16 Columna Vertebralis, Medulla Spinalis, dan Meningen

Garis Besar Bab

Cedera columna vertebralis sering terjadi pada kecelakaan mobil atau sepeda motor, jatuh, cedera olahraga, dan luka tembak. Kerusakan medulla spinalis dan nervus spinalis dapat disebabkan oleh fraktur vertebra dan herniasi discus intervertebralis. Cedera punggung bervariasi dari cedera punggung akut sederhana sampai cedera sangat berbahaya medulla spinalis atau cauda equina.

Karena pergerakan pada columna vertebralis yang cedera sebagai akibat pertolongan pertama dapat mengakibatkan cedera pada medulla spinalis yang lunak, staf bagian UGD harus mengetahui mengenai seluruh anatomi regio ini. Penilaian kerusakan neurologik membutuhkan tidak hanya pengertian mengenai jalur saraf utama di dalam medulla spinalis tetapi juga kemampuan untuk menghubungkan petunjuk radiologik cedera tulang dengan tingkat segmen medulla spinalis dan defisit neurologik yang kecil.

Tujuan Bab ini adalah mengulang anatomi dasar columna vertebralis dan menghubungkannya dengan struktur lunak jaringan saraf.

ANATOMI DASAR

Columna Vertebralis

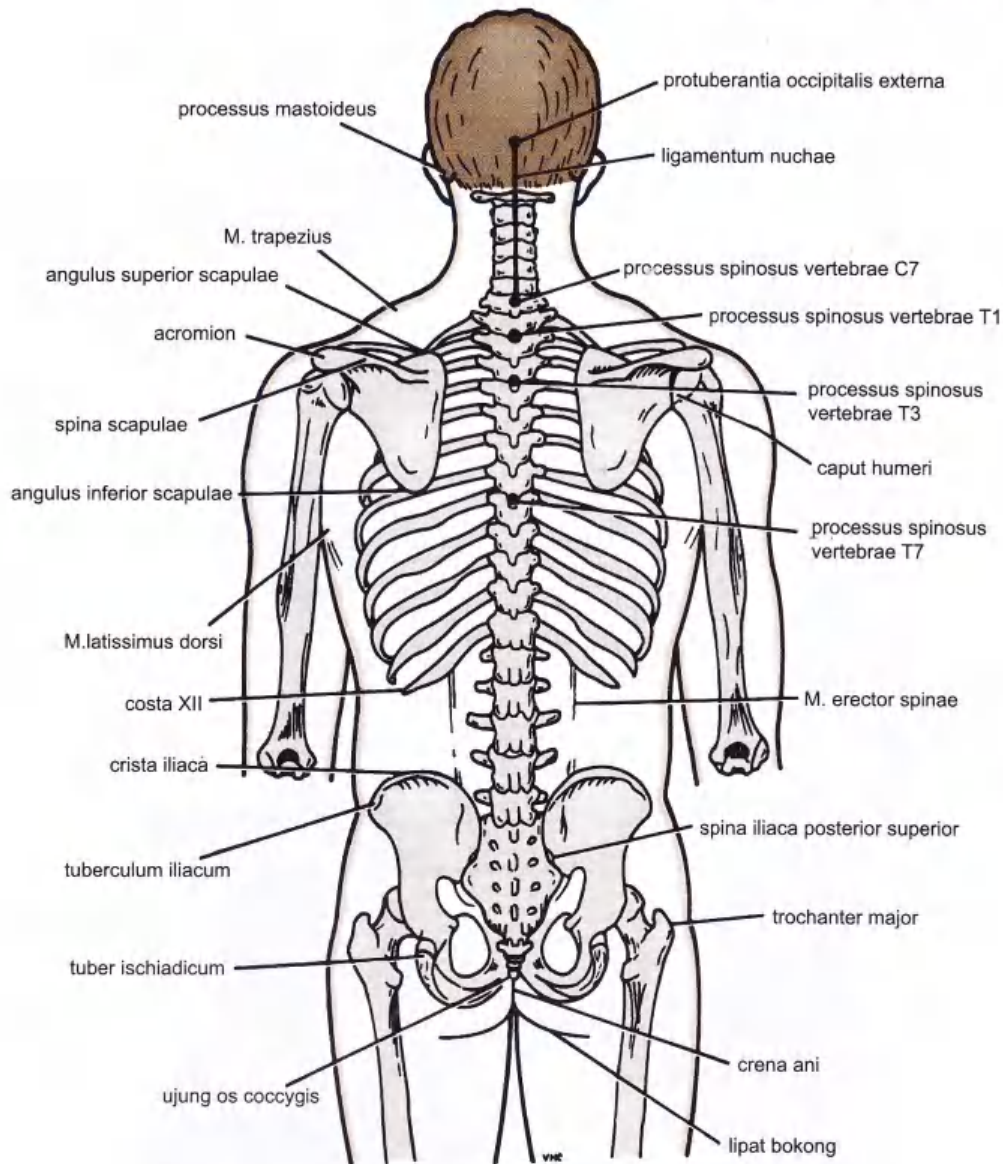
Columna vertebralis merupakan pilar utama tubuh, dan berfungsi menyanggah cranium, gelang bahu, ekstremitas superior, dan dinding thorax serta melalui gelang panggul meneruskan berat badan ke ekstremitas inferior. Di dalam rongganya terletak medulla spinalis, radix nervi spinalis, dan lapisan penutup meningen, yang dilindungi oleh columna vertebralis.

Komposisi Columna Vertebralis

Columna vertebralis (Gambar 16-1 dan 16-2) terdiri dari 33 vertebra, yaitu 7 vertebra cervicalis, 12 vertebra thoracicus, 5 vertebra lumbalis, 5 vertebra sacralis (yang bergabung membentuk os sacrum), dan 4 vertebra coccygea (tiga yang di bawah umumnya bersatu). Struktur columna ini fleksibel, karena columna ini bersegmen-segmen dan tersusun dari vertebra, sendi-sendi, dan bantalan fibrocartilago yang disebut **discus intervertebralis.** Discus intervertebralis membentuk kira-kira seperempat panjang columna.

Ciri-Ciri Umum Vertebra

Ciri-ciri umum vertebra di berbagai regio columna vertebralis telah diulang dalam Bab 11. Walaupun vertebra memperlihatkan berbagai perbedaan regional, namun semua vertebra mempunyai pola yang sama (Gambar 16-2).

Vertebra yang khas terdiri dari **corpus** yang bulat di anterior dan **arcus vertebrae** di posterior. Keduanya melingkupi sebuah ruang disebut **foramen vertebrale**, yang dilalui oleh medulla spinalis dan bungkus-bungkusnya. Arcus vertebrae terdiri atas sepasang **pediculus** yang berbentuk silinder, yang membentuk sisi-sisi arcus, dan sepasang **lamina** yang pipih yang melengkapi arcus pada daerah posterior.

Gambar 16-1 Pandangan posterior rangka, memperlihatkan patokan permukaan punggung.

Arcus vertebrae mempunyai tujuh processus yaitu satu processus spinosus, dua processus transversus, dan empat processus articularis (Gambar 16-2).

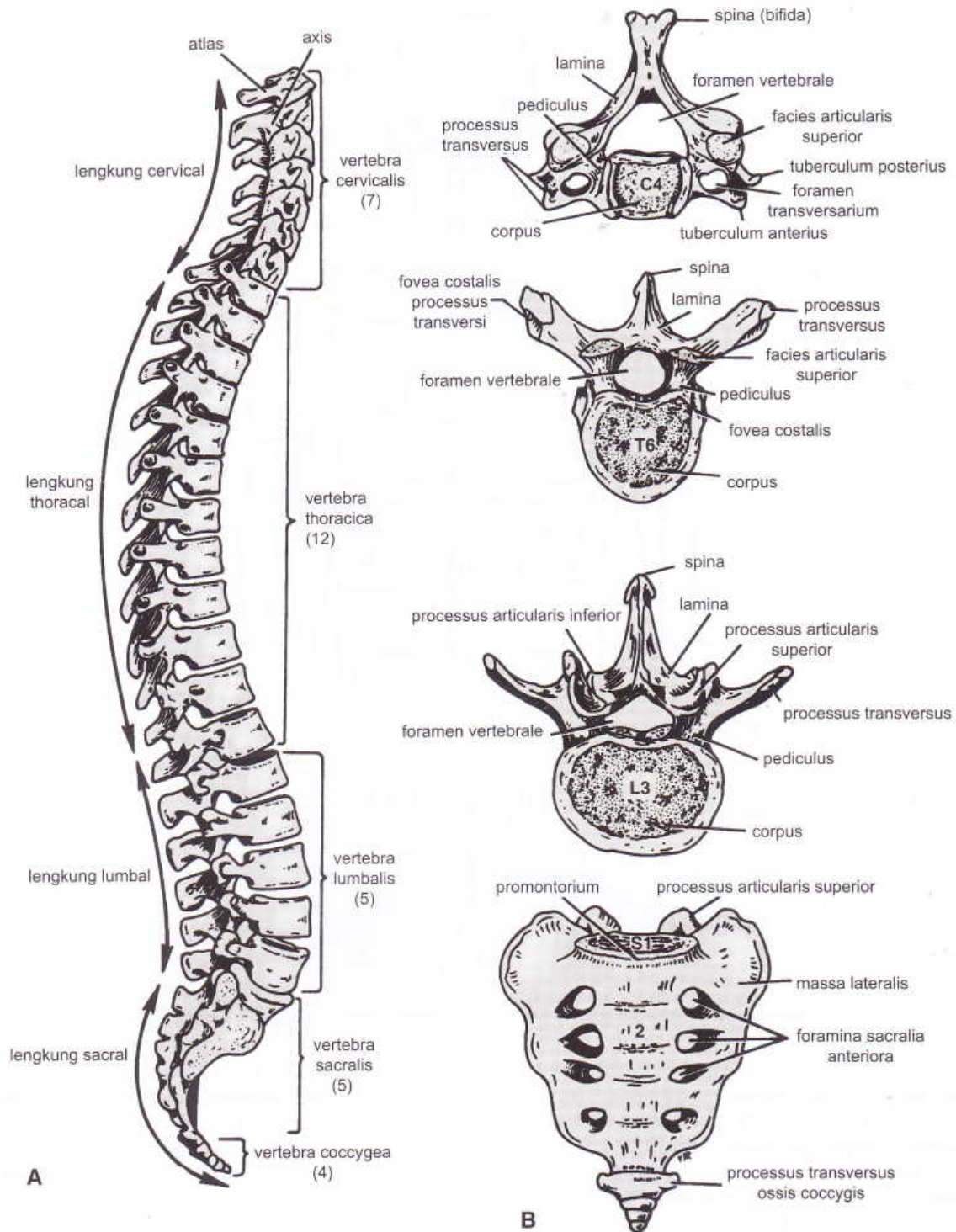
Processus spinosus atau **spina,** menonjol ke posterior dari pertemuan kedua lamina. Processus transversus menonjol ke lateral dari pertemuan lamina dan pediculus. Processus spinosus dan processus transversus berfungsi sebagai pengungkit dan menjadi tempat melekatnya otot dan ligamentum.

Processus articularis terletak vertikal dan terdiri dari dua processus articularis superior dan dua processus articularis inferior. Processus ini menonjol dari pertemuan antara lamina dan pediculus, dan facies articularisnya diliputi oleh kartilago hialin.

Kedua processus articularis superior dari sebuah arcus vertebrae bersendi dengan kedua processus articularis inferior dari arcus yang ada di atasnya, membentuk sendi sinovial.

Pediculus mempunyai lekuk pada pinggir atas dan bawahnya, membentuk **incisura vertebralis superior** dan **inferior**. Pada masing-masing sisi, incisura vertebralis superior sebuah vertebra dan incisura vertebralis inferior vertebra di atasnya membentuk **foramen intervertebrale**. Foramina ini pada kerangka yang bersendi berfungsi sebagai tempat lewatnya nervus spinalis dan pembuluh darah. Radix anterior dan posterior nervi spinalis bergabung di dalam foramina ini, bersama dengan pembungkus duramaternya membentuk saraf spinalis segmentalis.

Sendi-Sendi Columna Vertebralis

Articulatio atlanto-occipitalis, articulatio atlanto-axialis, dan sendi-sendi columna vertebralis di bawah axis diuraikan di dalam Bab 12.

Gambar 16-2 A. Pandangan lateral columna vertebralis. **B.** Ciri-ciri umum berbagai vertebra.

Di bawah axis, vertebra bersendi satu dengan yang lain dengan perantaraan sendi tulang rawan antar corpus dan sendi sinovial antar processus articularis. Uraian singkat diberikan di sini.

Sendi-Sendi Antar Dua Corpus Vertebrae

Permukaan atas dan bawah corpus vertebrae yang berdekatan dilapisi oleh lempeng tulang rawan hialin yang tipis. Di antara lempeng tulang rawan tersebut, terdapat discus intervertebralis yang tersusun dari jaringan fibrocartilago (Gambar 16-3).

Discus Intervertebralis

Discus intervertebralis (Gambar 16-3) paling tebal di daerah cervical dan lumbal, tempat di mana paling banyak terjadi gerakan columna vertebralis. Discus ini berperan sebagai peredam benturan bila beban pada columna vertebralis mendadak bertambah. Sayangnya daya pegas ini berangsur-angsur menghilang dengan bertambahnya usia.

Setiap discus terdiri dari bagian pinggir, anulus fibrosus, dan bagian tengah yaitu nucleus pulposus (Gambar 16-3).

Anulus fibrosus terdiri atas jaringan fibrocartilago, yang melekat dengan erat pada corpus vertebrae dan ligamentum longitudinale anterius dan posterius columna vertebralis.

Nucleus pulposus pada anak-anak dan remaja merupakan massa lonjong dari zat gelatin. Biasanya berada dalam tekanan dan terletak sedikit ke pinggir posterior daripada pinggir anterior discus. Permukaan atas dan bawah corpus vertebrae yang berdekatan yang menempel pada discus diliputi oleh cartilago hialin yang tipis.

Sifat setengah cair nucleus pulposus memungkinkannya berubah bentuk dan vertebra dapat menjungkit ke depan atau ke belakang di atas yang lain. Peningkatan beban kompresi yang mendadak pada columna vertebralis menyebabkan nucleus pulposus yang semi cair ini menjadi gepeng dan keadaan ini diakomodasi oleh daya pegas di sekeliling anulus fibrosus. Kadang-kadang, dorongan keluar ini terlalu kuat bagi anulus, sehingga anulus menjadi robek dan nucleus pulposus keluar dan menonjol ke dalam canalis vertebralis, di mana nucleus ini dapat menekan radix nervi spinalis, nervus spinalis, atau bahkan medulla spinalis.

Dengan bertambahnya umur, kandungan air di dalam nucleus pulposus berkurang dan digantikan oleh fibrocartilago. Serabut-serabut collagen anulus berdegenerasi, dan sebagai akibatnya anulus tidak selalu dapat menahan tekanan pada nucleus pulposus. Pada usia lanjut, discus ini tipis dan kurang lentur, dan tidak dapat lagi dibedakan antara nucleus dan anulus.

Ligamenta

Ligamentum longitudinale anterius dan posterius berjalan turun sebagai sebuah pita utuh pada permukaan anterior dan posterior columna vertebralis dari cranium sampai ke sacrum (Gambar 16-3 dan Gambar pada CD 16-3). Ligamentum longitudinale anterius lebar dan melekat dengan kuat pada pinggir depan dan samping corpus vertebrae, dan pada discus intervertebralis. Ligamentum longitudinale posterius lemah dan sempit dan melekat pada pinggir posterior discus.

Sendi-Sendi Antar Dua Arcus Vertebrae

Sendi-sendi antar dua arcus vertebrae terdiri atas sendi sinovial antara processus articularis superior dan inferior vertebra yang berdekatan (Gambar 16-3).

Ligamenta

- **Ligamentum supraspinale** (Gambar 16-3): Berjalan di antara ujung-ujung processus spinosus yang berdekatan.
- **Ligamentum interspinale** (Gambar 16-3): Menghubungkan processus spinosus yang berdekatan.
- **Ligamenta intertransversaria** (Gambar 16-3): Berjalan di antara processus transversus yang berdekatan.
- **Ligamentum flavum** (Gambar 16-3): Menghubungkan lamina dari vertebra yang berdekatan.

Di daerah cervicalis, ligamentum supraspinale dan interspinale sangat tebal, membentuk **ligamentum nuchae** yang kuat.

Persarafan Sendi-Sendi Vertebra

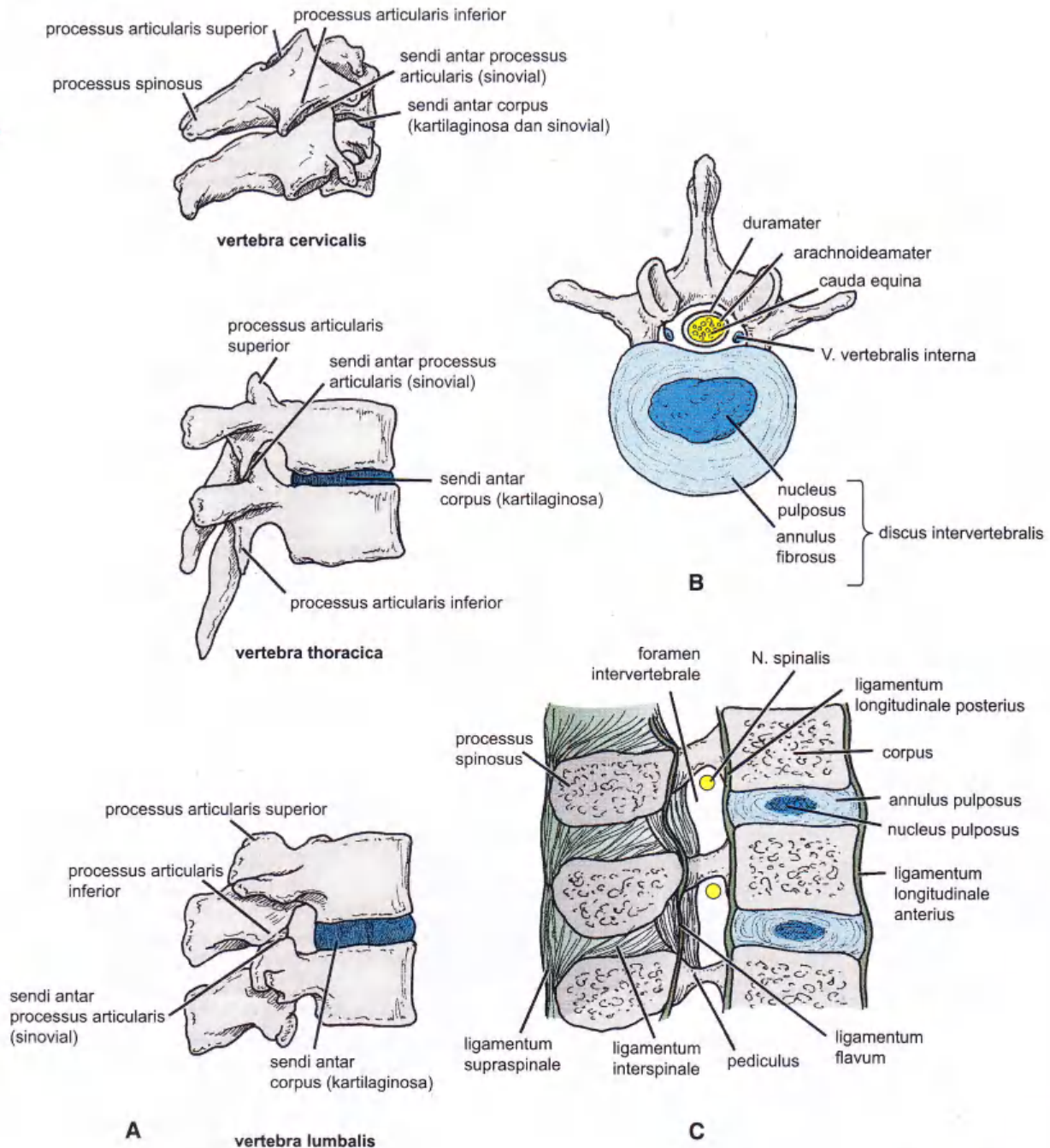
Sendi-sendi di antara corpus vertebrae dipersarafi oleh cabang kecil meningeal masing-masing saraf spinal (Gambar 16-4). Sendi-sendi di antara processus articularis dipersarafi oleh cabang-cabang dari rami posteriores nervi spinales (Gambar 16-4). Sendi-sendi pada setiap tingkat menerima serabut saraf dari dua saraf spinal yang berdekatan.

Medulla Spinalis

Medulla spinalis merupakan struktur yang berbentuk silinder, berwarna putih keabu-abuan, yang mulai di atas setinggi foramen magnum sebagai lanjutan medulla oblongata. Pada orang dewasa medulla spinalis berakhir setinggi pinggir bawah vertebra L1 (Gambar 16-5). Pada anak kecil, medulla spinalis relatif lebih panjang dan berakhir setinggi pinggir atas vertebra L3. Medulla spinalis di daerah cervical yang merupakan asal dari plexus brachialis, dan di thorax bagian bawah dan lumbal yang merupakan asal dari plexus lumbosacralis terdapat pelebaran fusiformis yang disebut **intumescentia cervicalis** dan **lumbalis.**

Di inferior, medulla spinalis meruncing menjadi **conus medullaris**. Dari puncak conus ini berjalan turun lanjutan piamater, yaitu **filum terminale**, yang kemudian melekat pada bagian belakang os coccygis (Gambar 16-5 dan 16-6). Di garis tengah anterior, medulla spinalis terdapat sebuah fissura longitudinal yang dalam, yaitu **fissura mediana anterior**; dan pada permukaan posterior terdapat alur yang dangkal yaitu **sulcus medianus posterior**.

Radix Medullae Spinalis

Di sepanjang medulla spinalis melekat 31 pasang nervus spinalis melalui radix anterior atau **motoris**, dan **radix posterior** atau **sensoris** (Gambar 16-6). Masing-masing radix melekat pada medulla spinalis melalui sederetan radices (radix kecil), yang terdapat di sepanjang segmen medulla spinalis yang sesuai. Setiap

Gambar 16-3 A. Sendi-sendi di daerah cervicalis, thoracicus, dan lumbalis columna vertebralis. **B.** Vertebra L3 dilihat dari atas, memperlihatkan hubungan antara discus intervertebralis dan cauda equina. **C.** Potongan sagital melalui tiga vertebra lumbalis, memperlihatkan ligamenta dan discus intervertebralis. Perhatikan hubungan antara nervus spinalis yang keluar dari foramen intervertebrale dan discus intervertebralis.

radix mempunyai sebuah ganglion radix posterius, yang axon sel-selnya memberikan serabut-serabut saraf perifer dan pusat.

Radix nervus spinalis berjalan ke lateral dari masing-masing segmen medulla spinalis ke foramen intervertebrale yang sesuai, di mana keduanya menyatu membentuk **nervus spinalis**. Di sini, serabut-serabut motorik dan sensorik bercampur, sehingga setiap saraf spinal terdiri dari campuran serabut motorik dan sensorik. Karena pertumbuhan memanjang columna vertebralis

tidak sebanding dengan pertumbuhan medulla spinalis, maka panjang radix nervi spinalis bertambah panjang dari atas ke bawah (Gambar 16-7). Di daerah cervical atas, radix nervi spinalis pendek dan berjalan hampir horizontal, tetapi radix nervi lumbalis dan sacralis di bawah ujung akhir medulla (pada orang dewasa setinggi pinggir bawah vertebra L1) membentuk seberkas saraf vertikal di sekitar filum terminale. Berkas radix bagian bawah disebut **cauda equina** (Gambar 16-6).

Setelah keluar dari foramen intervertebrale, masing-masing nervus spinalis segera bercabang dua menjadi **ramus anterior** yang besar dan **ramus posterior** yang lebih kecil, yang keduanya mengandung serabut-serabut motorik dan sensorik.

Vaskularisasi Medulla Spinalis

Medulla spinalis mendapatkan pendarahan dari tiga arteri kecil yang berjalan longitudinal, yaitu dua buah arteria spinalis posterior dan sebuah arteria spinalis anterior. **Arteria spinalis posterior**, yang dicabangkan langsung atau tidak langsung dari arteria vertebralis, berjalan turun sepanjang sisi medulla spinalis, dekat tempat perlekatan radix posterior nervi spinalis. **Arteria spinalis anterior**, yang berasal dari arteria vertebralis, bergabung membentuk satu arteri, dan berjalan ke bawah di dalam fissura mediana anterior.

Arteria spinalis anterior dan posterior dibantu oleh **arteriae radiculares** yang masuk canalis vertebralis melalui foramen intervertebrale.

Vena-vena medulla spinalis bermuara ke dalam plexus venosus vertebralis internus.

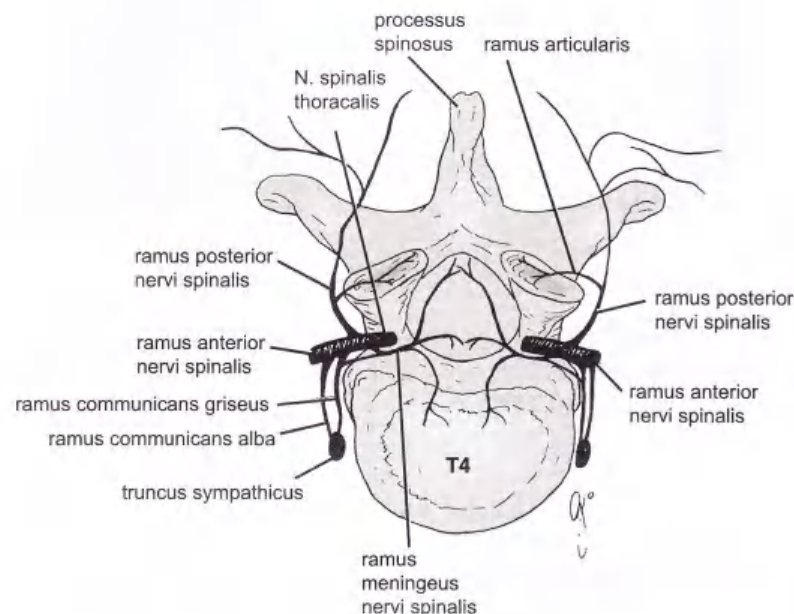
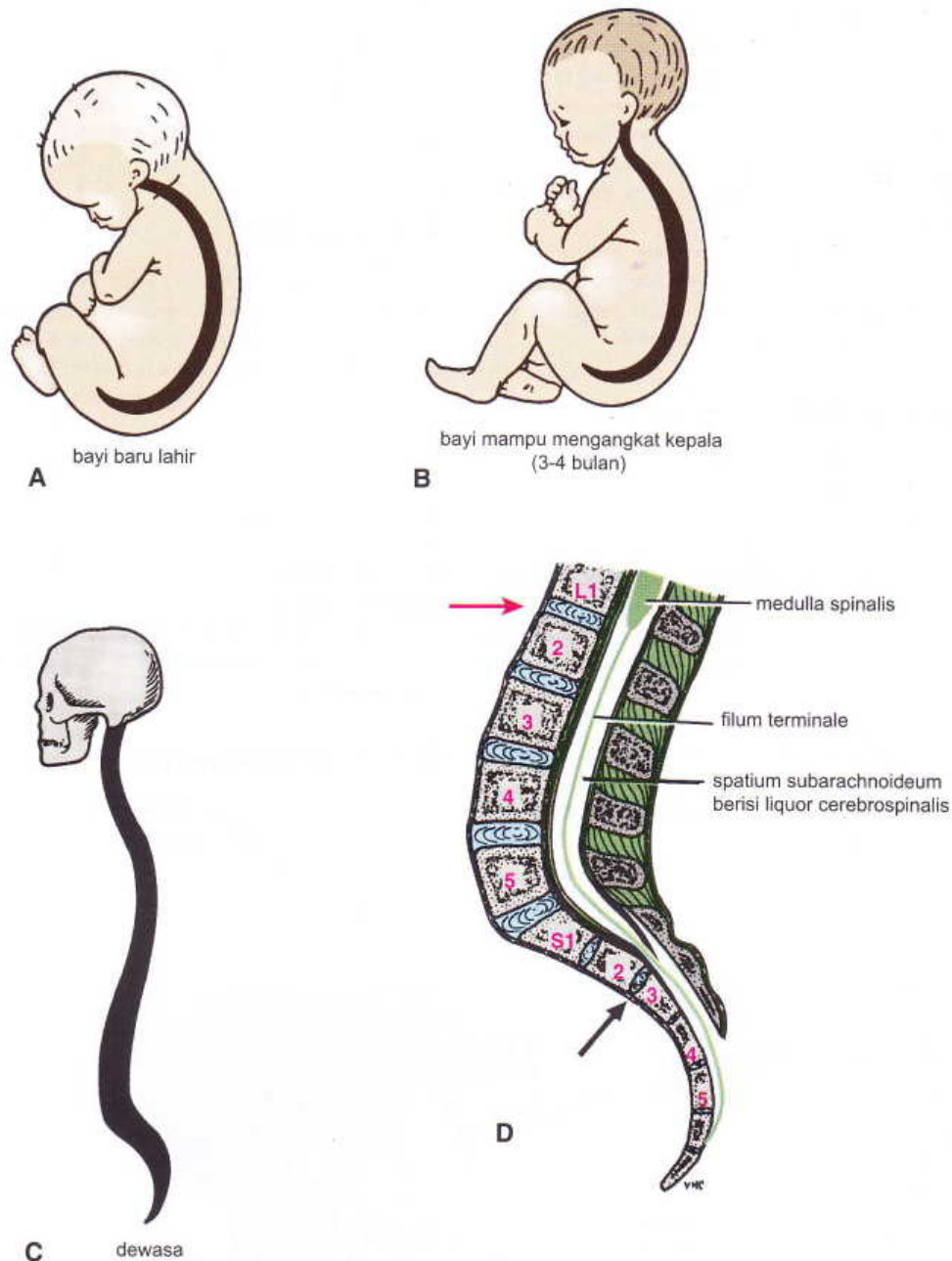
Meningen Medulla Spinalis

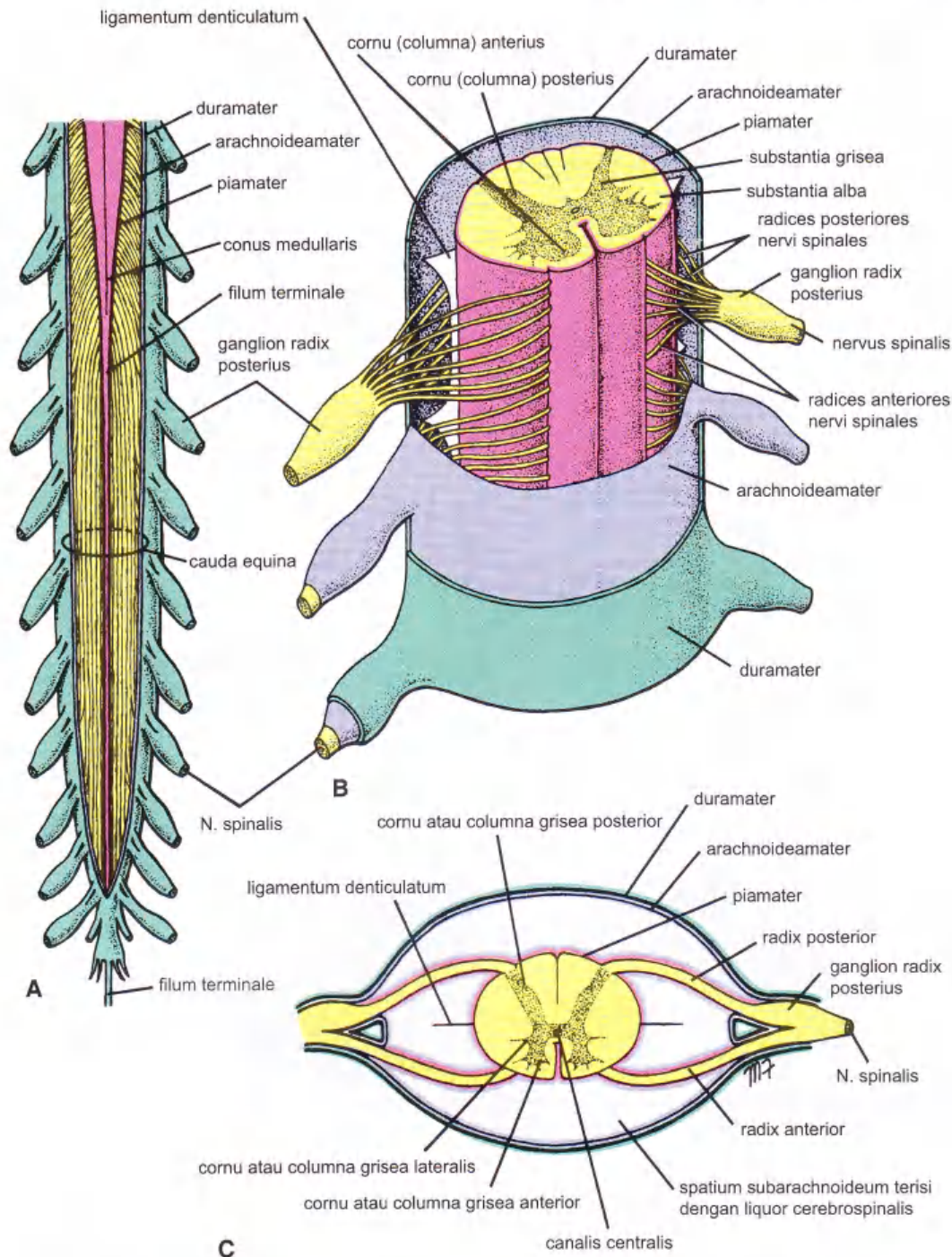
Medulla spinalis, seperti halnya cerebrum diliputi oleh tiga lapis meningen: duramater, arachnoideamater, dan piamater (Gambar 16-6).

Duramater

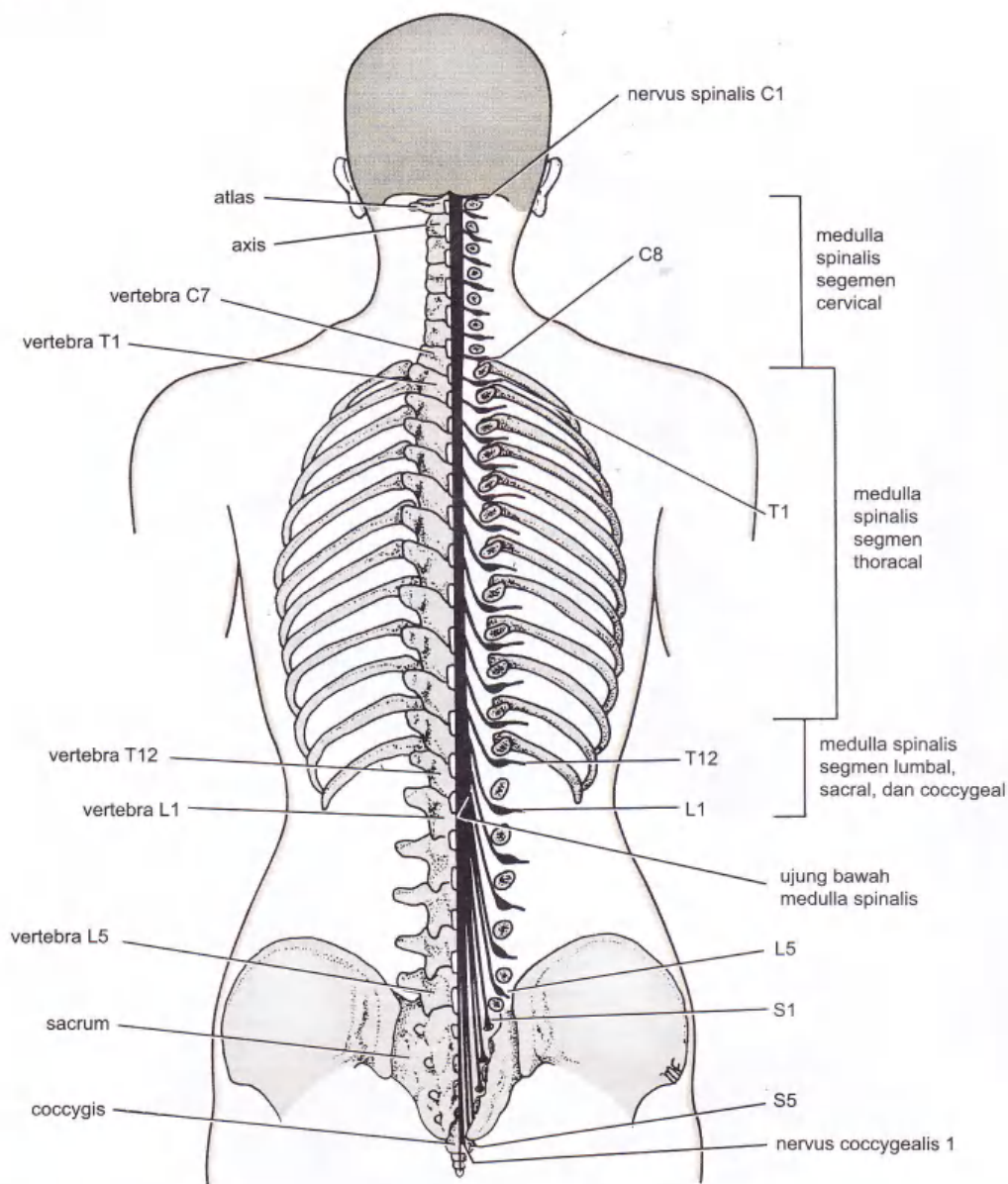
Duramater adalah membrana yang paling luar dan merupakan lapisan fibrosa yang padat dan kuat, yang membungkus medulla spinalis dan cauda equina (Gambar 16-6 dan 16-8). Membrana ini dilanjutkan ke atas melalui foramen magnum sebagai lapisan meningeal duramater yang membungkus otak. Di bawah, duramater ini berakhir pada filum terminale setinggi pinggir bawah vertebra S2 (Gambar16-5). Selubung duramater terletak longgar di dalam canalis vertebralis dan dipisahkan dari dinding canalis oleh **spatium extradurale** (spatium epidurale). Spatium ini berisi jaringan ikat jarang dan plexus venosus vertebralis internus. Duramater meluas mengikuti setiap radix saraf dan menyatu dengan jaringan ikat di sekitar setiap nervus spinalis (**epineurium**) di foramen intervertebrale. Permukaan dalam duramater dipisahkan dari arachnoideamater oleh ruangan potensial, disebut **spatium subdurale**.

Arachnoideamater

Arachnoideamater adalah membrana halus kedap air yang menutupi medulla spinalis dan terletak di antara piamater di sebelah

Gambar 16-4 Persarafan sendi-sendi vertebra. Pada setiap tingkat vertebra, sendi-sendi menerima serabut saraf dari dua saraf spinal yang berdekatan.

Gambar 16-5 A, B, C. Lengkung-lengkung columna vertebralis pada berbagai usia. **D.** Pada orang dewasa, ujung bawah medulla spinalis terletak setinggi pinggir bawah corpus vertebrae L1 (*panah atas*), dan spatium subarachnoideum berakhir pada pinggir bawah corpus vertebrae S2 (*panah bawah*).

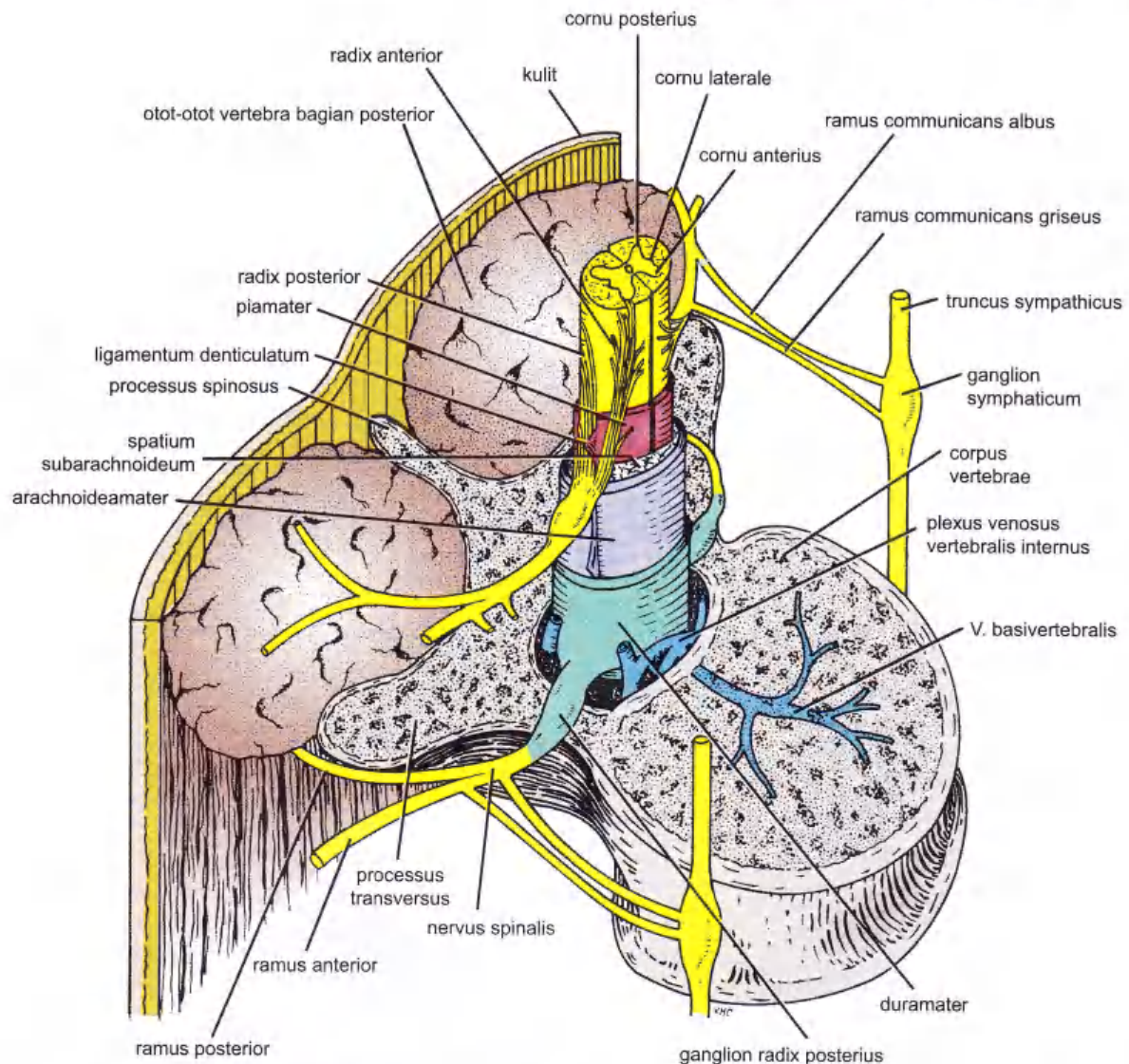
dalam dan duramater di sebelah luar (Gambar 16-6 dan 16-8). Membrana ini dipisahkan dari dura oleh spatium subdurale yang berisi selapis tipis cairan jaringan. Arachnoideamater dipisahkan dari piamater oleh ruang yang luas, **spatium subarachnoideum**, yang berisi **liquor cerebrospinalis** (Gambar 16-6). Ke atas arachnoideamater berhubungan dengan arachnoideamater yang menutupi cerebrum melalui foramen magnum. Ke bawah, membrana ini berakhir pada filum terminale setinggi pinggir bawah vertebra S2 (Gambar 16-5). Di antara conus medullaris dan ujung akhir spatium subarachnoideum terletak radix-radix saraf cauda equina yang didalam liquor cerebrospinalis (Gambar 16-6). Arachnoidea mater berlanjut sepanjang radix nervi spinalis, membentuk pelebaran lateral spatium subarachnoideum.

Gambar 16-6 A. Ujung bawah medulla spinalis dan cauda equina. **B.** Potongan melalui medulla spinalis pars thoracica, memperlihatkan radix anterior dan posterior nervi spinalis dan meningen. **C.** Potongan transversal melalui medulla spinalis, memperlihatkan meningen dan posisi liquor cerebrospinalis.

Piamater

Piamater adalah membrana vascular yang menutup medulla spinalis dengan rapat (Gambar 16-6 dan 16-8). Ke atas, melalui foramen magnum berhubungan dengan piamater yang meliputi otak; ke bawah bergabung dengan filum terminale. Piamater menebal pada kedua sisinya, di antara radix-radix saraf untuk membentuk **ligamentum denticulatum**, yang berjalan ke lateral

Gambar 16-7 Medulla spinalis tampak posterior, memperlihatkan pangkal radix nervi spinalis dan hubungannya dengan vertebra yang berbeda. Pada sisi kanan, lamina dibuang untuk memperlihatkan setengah bagian kanan medulla spinalis dan radix-radix saraf.

menuju tempat perlekatannya pada duramater. Dengan cara ini medulla spinalis terletak di tengah selubung duramater. Piamater meluas sepanjang masing-masing radix dan menyatu dengan jaringan ikat yang mengelilingi setiap nervus spinalis (Gambar16-6).

Liquor Cerebrospinalis

Liquor cerebrospinalis merupakan cairan jernih dan tidak berwarna yang dihasilkan oleh **plexus choroideus** di dalam ventriculus lateralis, tertius, dan quartus otak. Cairan bersirkulasi melalui sistem ventrikel dan masuk ke dalam spatium subarachnoideum melalui tiga foramina pada atap ventriculus quartus. Selanjutnya mengalir ke atas melalui permukaan hemispherium cerebri dan ke bawah di sekitar medulla spinalis. Pars spinalis spatium subarachnoideum meluas ke bawah sampai pinggir bawah vertebra S2, di mana arachnoid menyatu dengan filum terminale (Gambar 16-5). Akhirnya cairan ini masuk ke aliran darah, dengan melalui **villi arachnoidales** dan masuk ke dalam sinus durae matris, terutama ke **sinus venosus sagittalis superior.**

Gambar 16-8 Potongan miring melalui vertebra L1, memperlihatkan medula spinalis dan membrana yang membungkusnya. Perhatikan hubungan antara nervus spinalis dan truncus sympathicus masing-masing sisi. Perhatikan juga plexus venosus vertebralis internus yang penting.

Selain untuk mengangkut sisa produk yang berhubungan dengan aktivitas neuron, liquor cerebrospinalis merupakan media cairan yang mengelilingi medulla spinalis. Cairan ini bersama dengan dinding tulang dan ligamentum canalis vertebralis, secara efektif melindungi medulla spinalis terhadap trauma.

CATATAN EMBRIOLOGI

Pembentukan Columna Vertebralis

Pada perkembangan awal, mesoderm embrionik berdiferensiasi menjadi tiga daerah berbeda: **mesoderm paraxial**, **mesoderm intermediate**, dan **mesoderm lateral**. Mesoderm paraxial merupakan kolom jaringan yang terletak pada sisi-sisi garis tengah embrio, dan sekitar usia 4 minggu, mesoderm ini terbagi menjadi blok-blok jaringan disebut **somit**. Setiap somit berdiferensiasi menjadi pars ventromedial (**sklerotom**) dan pars dorsolateral (**dermatomiotom**). Selanjutnya dermatomiotom berdiferensiasi menjadi **miotom** dan **dermatom** (Gambar 16-9).

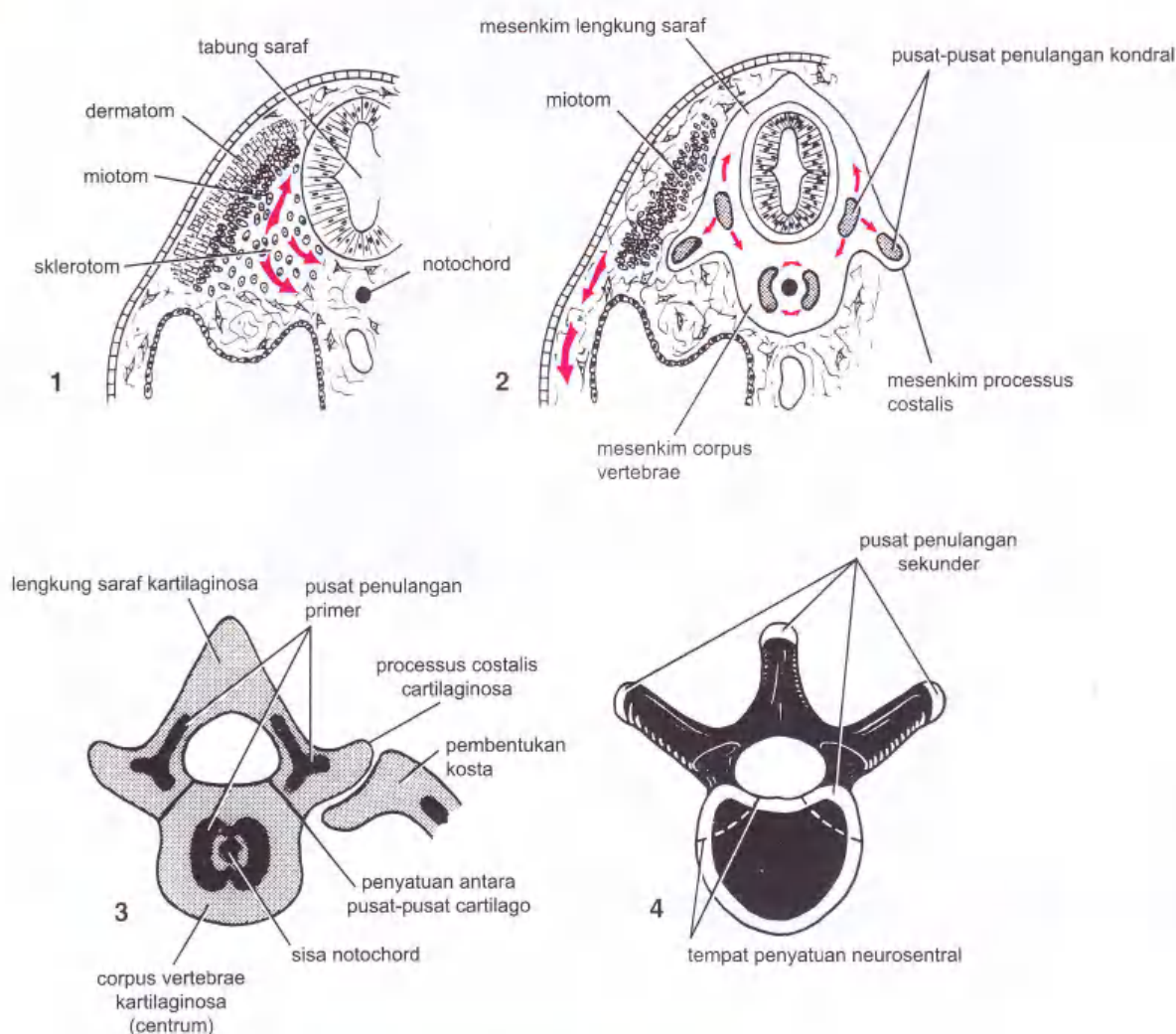
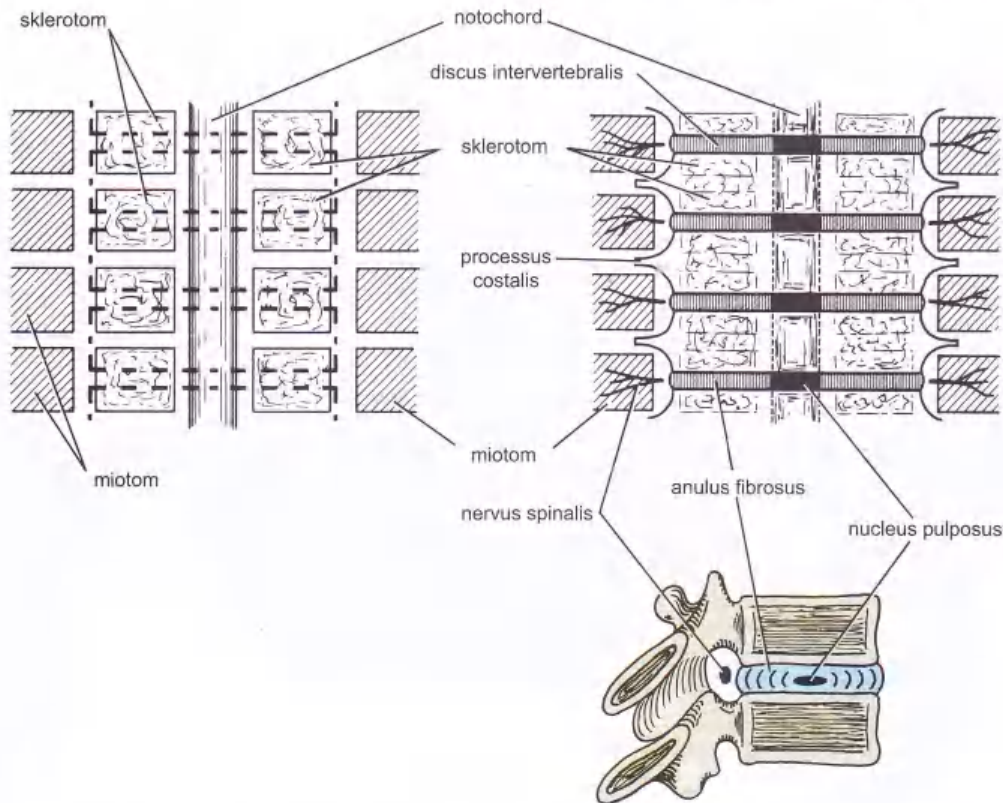
Sel-sel mesenkim sklerotom dengan cepat membelah dan bermigrasi ke medial selama perkembangan minggu ke empat dan mengelilingi **notochord** (Gambar 16-9). Selanjutnya setengah bagian caudal setiap sklerotom bergabung dengan setengah bagian cephalic yang mengubah dengan cepat sklerotom menjadi mesenkim **corpus vertebrae** (Gambar 16-9 dan 16-10). Dengan demikian setiap vertebra adalah sebuah struktur intersegmental.

Notochord berdegenerasi seluruhnya di dalam daerah corpus vertebrae; tetapi di regio intervertebralis, notochord membesar membentuk **nucleus pulposus** dari **discus intervertebralis** (Gambar 16-10). Fibrocartilago di sekelilingnya, **anulus fibrosus** discus intervertebralis, berasal dari mesenkim sklerotom yang terletak di antara corpus vertebrae yang berdekatan (Gambar 16-10).

Sementara itu, mesenkim corpus vertebrae berkembang ke dorsal dan lateral pada masing-masing sisi. Pertumbuhan ke dorsal berkembang di sekeliling tabung saraf di antara saraf-saraf segmental untuk bergabung menjadi satu dengan struktur yang sama pada sisi yang berlawanan dan membentuk mesenkim lengkung saraf (**arcus neuralis**) (Gambar 16-9). Pertumbuhan ke lateral berjalan di antara miotom untuk membentuk mesenkim **processus costalis**, atau primordia **costa**.

Terbentuk dua pusat pembentukan tulang rawan di dalam bagian tengah setiap mesenkim corpus vertebrae. Pusat-pusat ini dengan cepat bergabung membentuk **centrum** cartilagineum (Gambar 16-9). Centrum cartilagineum dibentuk pada setiap setengah bagian mesenkim arcus neuralis menyebar ke dorsal untuk bergabung di posterior dengan sisi lainnya di belakang tabung saraf (*neural tube*). Centrum ini juga meluas ke anterior untuk bergabung dengan centrum cartilagineum dan ke lateral ke dalam processus costalis. Dengan demikian mesenkim yang padat atau vertebra membranosa berubah menjadi **vertebra cartilaginosa**.

Di daerah thorax, masing-masing processus costalis membentuk **costa cartilaginosa**. Processus costalis di regio cervicalis tetap pendek dan membentuk batas lateral dan anterior **foramen transversarium** setiap vertebra. Di regio lumbal, processus costalis membentuk sebagian processus transversus; dan di regio sacral processus costalis bergabung membentuk **massa lateralis ossis sacri**.

Sekitar usia 9 minggu perkembangan, timbul pusat osifikasi primer: dua untuk masing-masing centrum dan satu untuk setiap setengah bagian arcus neuralis (Gambar 16-9). Kedua pusat untuk masing-masing centrum dengan cepat bergabung menjadi satu, tetapi gabungan yang sempurna dari semua pusat primer tidak terjadi sampai beberapa tahun setelah lahir.

Gambar 16-9 Stadium-stadium pembentukan vertebra thoracica.

Gambar 16-10 Pembentukan masing-masing mesenkim corpus vertebrae oleh penyatuan setengah bagian caudal setiap sklerotom dengan setengah bagian cranial sklerotom tempat di bawahnya. Dengan demikian, setiap corpus vertebrae merupakan struktur intersegmental. Processus costalis tumbuh keluar di antara miotom di dekatnya. Diperlihatkan juga hubungan yang erat yang terdapat di antara setiap nervus spinalis dengan setiap discus intervertebralis.

Selama masa pubertas, centrum sekunder timbul di dalam cartilago yang menutupi ujung superior dan inferior corpus vertebrae, dan **lempeng epiphysis** dibentuk. Centrum sekunder juga timbul pada ujung setiap processus transversus dan pada ujung processus spinosus. Mencapai usia 25 tahun, semua centrum sekunder bergabung dengan sisa vertebra.

Atlas dan **axis** berkembang agak berbeda. Centrum atlantis berfusi dengan centrum axis dan menjadi bagian vertebra axis yang dikenal sebagai **dens axis**. Hanya meninggalkan arcus neuralis untuk atlas, yang tumbuh ke anterior dan akhirnya berfusi di garis tengah membentuk bentuk cincin yang khas untuk atlas.

Di **regio sacral**, pada usia muda corpus dari masing-masing vertebra dipisahkan satu dengan yang lain oleh discus intervertebralis. Pada usia sekitar 18 tahun, corpus-corpus mulai bergabung menjadi satu oleh tulang. Proses ini mulai dari caudal. Biasanya pada usia 13 tahun, semua vertebra sacralis telah menjadi satu. Di **regio coccygis**, fusi segmental juga terjadi, dan di usia selanjutnya, os coccygis sering berfusi dengan os sacrum.

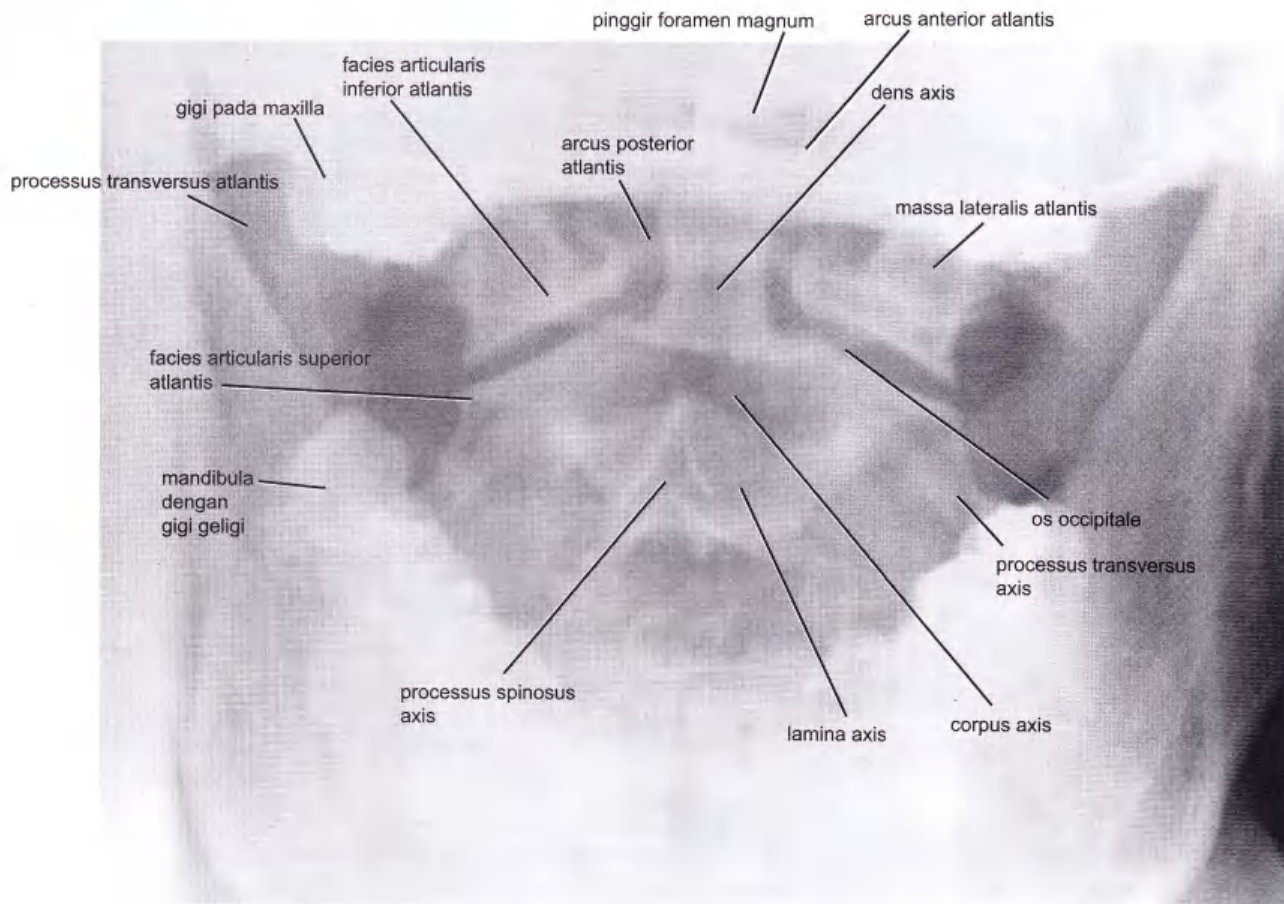
Pembentukan Lengkung Columna Vertebralis

Columna vertebralis embrionik menunjukkan sebuah cekungan (concavitas) anterior (ventral) yang utuh. Kemudian, terbentuk angulus sacrovertebralis. Pada saat lahir, regio cervicalis, thoracica, dan lumbalis memperlihatkan sebuah cekungan yang utuh di sebelah anterior (ventral). Saat anak mulai mengangkat kepalanya terbentuk lengkung cervical yang cembung ke anterior. Menjelang akhir tahun pertama. Saat anak mulai berdiri, terbentuk lengkung lumbal, yang cembung ke arah anterior (Gambar 16-5).

GAMBARAN RADIOGRAFI COLUMNA VERTEBRALIS

Regio Cervicalis

Pandangan yang umumnya dipakai untuk regio cervicalis adalah anteroposterior dan lateral.

Pandangan anteroposterior dibuat dengan pasien dalam posisi telentang. Kaset film diletakkan di belakang kepala dan leher, dan tabung sinar-X dipusatkan di depan cartilago thyroidea. Articulatio atlanto-axialis dapat diperlihatkan dengan meminta

Gambar 16-11 Radiograf anteroposterior regio cervicalis atas columna vertebralis dengan pasien dalam keadaan mulut terbuka untuk memperlihatkan dens axis.

pasien menggerak-gerakkan mandibulanya pada waktu difoto atau dengan mengarahkan tabung sinar-X melalui mulut yang terbuka (Gambar 16-11). Dengan cara yang terakhir ini, seluruh panjang dens epistopheus dapat diperlihatkan, terletak di antara massa lateralis atlantis.

Di bawah vertebra C3, corpus vertebrae dapat diperlihatkan dengan jelas dan processus spinosus tampak jelas (Gambar 16-12). Lamina dapat diidentifikasi. Processus transversus, foramina transversaria, dan processus articularis tumpang tindih satu dengan yang lain sehingga sulit dibedakan. Lumen trachea dapat dilihat sebagai tabung radiolusen yang menyempit di ujung atas, yaitu tempat trachea berlanjut sebagai rongga larynx.

Pandangan lateral dibuat dengan pasien dalam posisi duduk dan bahu turun sehingga vertebra C7 dapat diperlihatkan. Kaset film diletakkan pada sisi leher pada bidang parasagital. Tabung sinar-X diarahkan ke sisi leher, tegak lurus terhadap sumbu panjang columna vertebralis dan film.

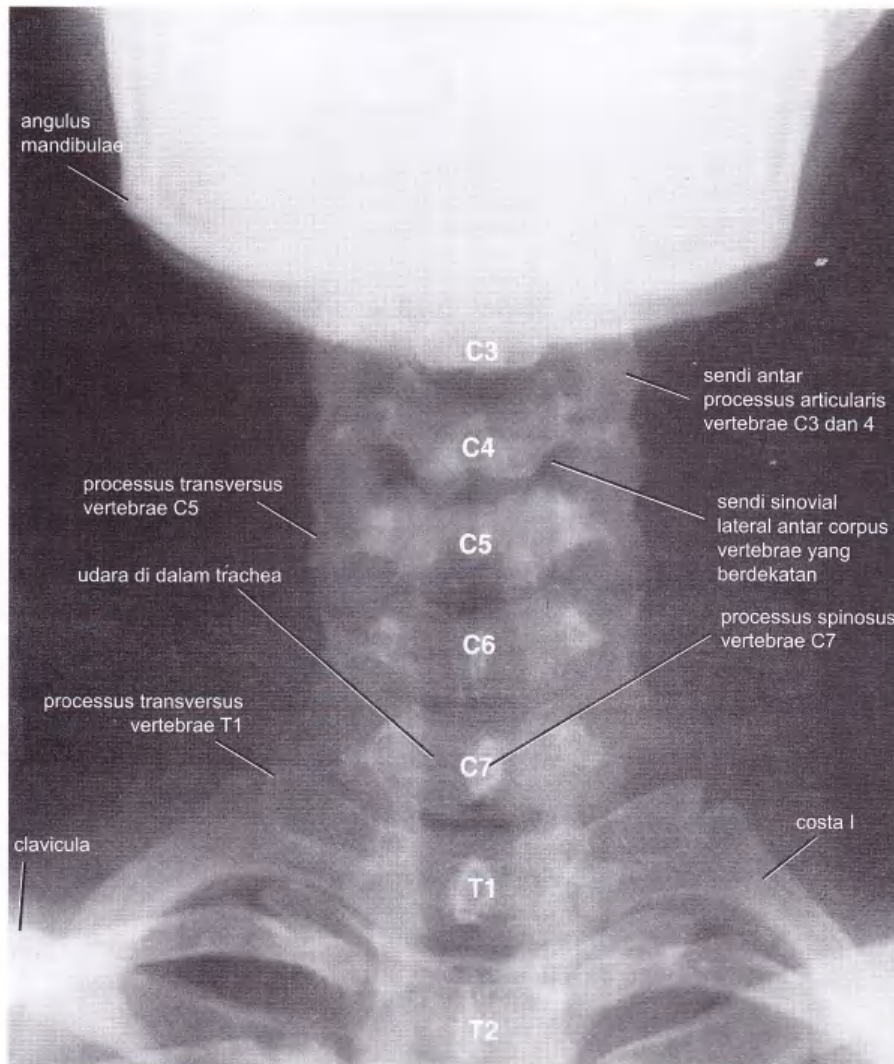
Articulatio atlanto-occipitalis sulit ditentukan. Arcus anterior dan posterior atlantis dapat dilihat dengan jelas (Gambar 16-13), dan corpus atlantis dapat dengan mudah diidentifikasi. Dens axis meluas ke atas, dekat pinggir posterior arcus anterior atlantis. Processus articularis tampak jelas, demikian pula processus spinosus. Processus transversus sulit dilihat, karena terhalang oleh corpus vertebrae. Discus intervertebralis yang terletak di antara dua corpus vertebrae yang berdekatan dapat dengan mudah ditentukan dan mempunyai tinggi yang hampir sama.

Permukaan anterior dan posterior corpus vertebrae dan dinding posterior canalis vertebralis membentuk garis-garis lengkung halus yang hampir sejajar (Gambar 16-13).

Regio Thoracica

Pandangan umum yang sering digunakan untuk regio thoracal adalah anteroposterior dan lateral.

Pandangan anteroposterior dibuat dengan pasien dalam posisi tidur telentang. Kaset film diletakkan di belakang thorax, dan tabung sinar-X dipusatkan di depan sternum.

Karena pars thoracalis columna vertebralis melengkung, maka pinggir atas dan bawah corpus vertebrae yang berdekatan saling tumpang tindih. Processus spinosus dan lamina ditutupi oleh

Gambar 16-12 Radiograf anteroposterior regio cervicalis columna vertebralis.

corpus (Gambar 16-14). Processus transversus dapat diidentifikasi, namun terhalang oleh caput dan collum costae. Perhatikan bahwa costa I, X, XI, dan XII kedua sisi bersendi hanya dengan corpus vertebrae I, X, XI, dan XII, sedangkan costa lainnya bersendi dengan dua vertebra.

Pediculus tampak jelas sebagai struktur yang berbentuk oval dan tertutup oleh bagian lateral corpus.

Trachea radiolusen dan bayangan jantung tumpang tindih dengan vertebra thoracica.

Pandangan lateral dibuat dengan pasien berbaring pada sisi tubuh, dengan lengan lurus di atas kepala. Jika ingin melihat lengkung postural, pasien harus berdiri. Kaset film diletakkan pada sisi thorax, dan tabung sinar-X diarahkan ke lateral melalui columna vertebralis, tegak lurus terhadap film.

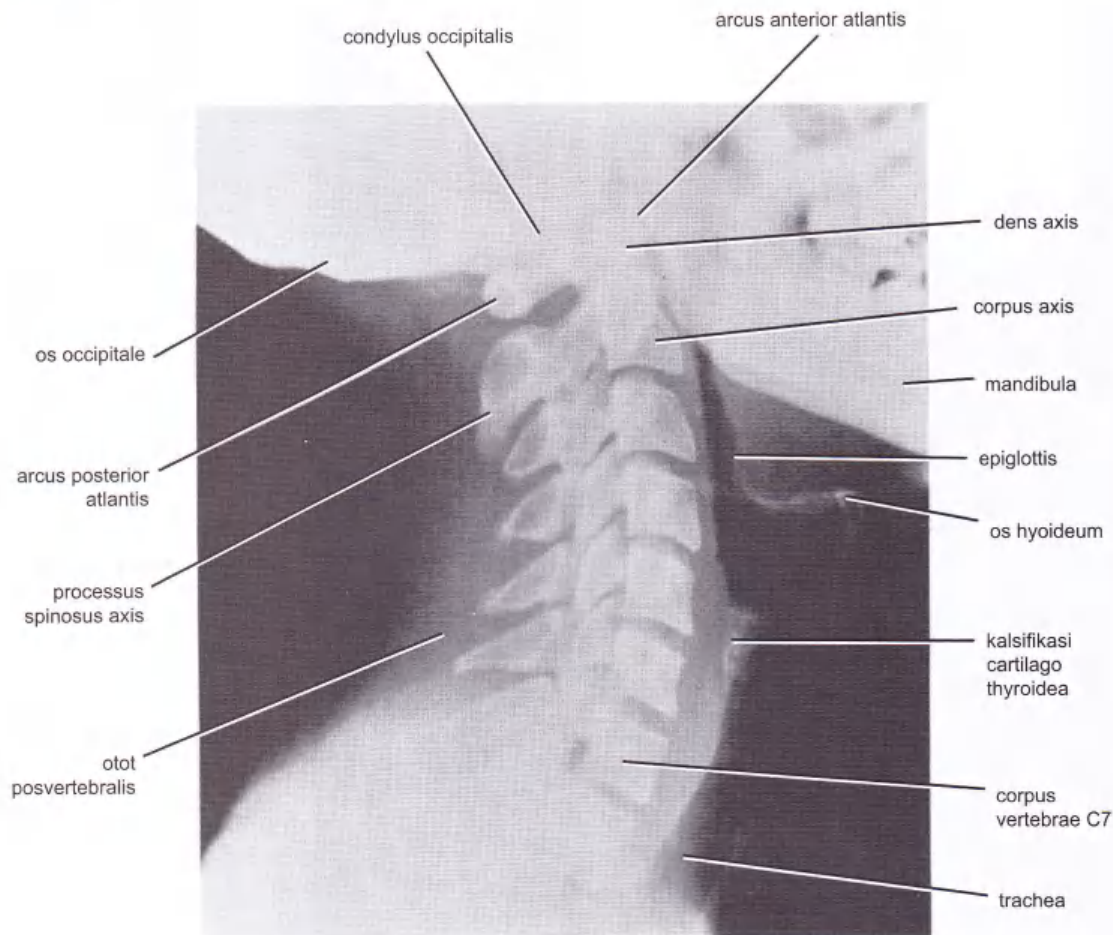
Corpus vertebrae yang berbentuk segiempat dan discus intervertebralis dapat dilihat dengan jelas, walaupun terhalang oleh costa dan paru. Keempat vertebra bagian atas tertutup oleh bayangan gelang bahu.

Pediculus dan foramina intervertebralia dapat dilihat dengan jelas. Namun processus spinosus, laminae, processus transversus, dan costa saling tumpang tindih, dan sukar dilihat secara rinci. Canalis vertebralis tampak jelas.

Regio Lumbosacralis

Pandangan yang umum digunakan untuk regio lumbosacralis adalah anteroposterior dan lateral.

Pandangan anteroposterior dibuat dengan pasien dalam posisi telentang. Kaset film diletakkan di belakang daerah lumbal dan bokong, dan tabung sinar-X dipusatkan di atas umbilicus. Untuk mengurangi distorsi yang disebabkan oleh lengkung lumbal, pasien diminta untuk mengfleksikan lutut dan panggul, untuk dapat sedikit meluruskan lengkung lumbal.

Corpus, processus transversus, processus spinosus, lamina, dan tempat discus intervertebralis dapat dilihat dengan jelas

Gambar 16-13 Radiograf lateral regio cervical columna vertebralis.

(Gambar 16-15). Pediculus memberikan bayangan oval, dan processus articularis dan articulatio intervertebralis posterior dapat diikuti.

Karena kemiringannya, articulatio sacroiliaca terlihat sebagai dua garis, yang lateral sesuai dengan pinggir anterior dan yang medial dengan pinggir posterior (Gambar 16-15). Segmen-segmen bawah sacrum dan coccygis agak miring ke posterior dan biasanya tumpang tindih dengan symphisis pubis. Selain itu adanya gas dan materi feces di dalam colon sigmoideum dan rectum juga menghalangi terlihatnya sacrum. Untuk memperlihatkan sacrum pada pandangan anteroposterior, tabung sinar-X agak dimiringkan.

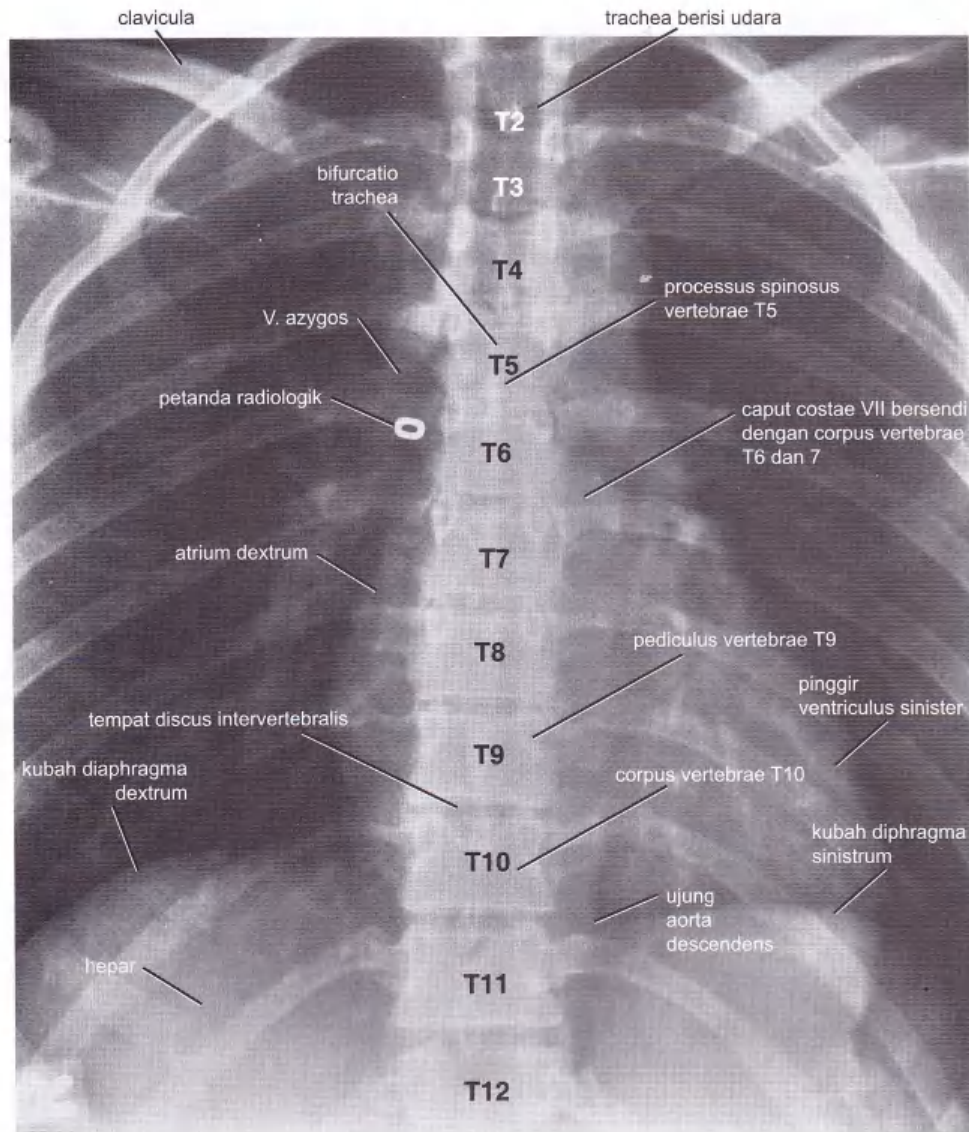
Pandangan lateral dibuat dengan pasien berbaring pada sisi tubuh. Jika ingin memperlihatkan lengkung postural, pasien sebaiknya dalam posisi berdiri. Kaset film diletakkan pada sisi daerah lumbal, dan tabung sinar-X diarahkan ke lateral melalui bagian lumbal columna vertebralis dengan sudut tegak lurus terhadap film.

Corpus vertebrae yang besar, tempat discus intervertebralis, dan foramina intervertebralia dapat dilihat dengan jelas (Gambar 16-16). Pediculus, processus articularis, dan processus spinosus dapat dengan mudah dilihat. Processus transversus dapat diidentifikasi, tetapi tumpang tindih dengan struktur-struktur di atas. Permukaan anterior dan posterior corpus vertebrae dan dinding posterior canalis vertebralis membentuk garis-garis lengkung halus yang kurang lebih sejajar.

Kadang-kadang sebagian atau seluruh vertebra L5 menyatu dengan vertebra S1. Tidak jarang, vertebra S1 terpisah dari bagian os sacrum lainnya dan tampak sebagai vertebra S6.

Pada pandangan lateral **os sacrum**, dapat dilihat promontorium, canalis sacralis, corpus vertebrae sacralis dan processus spinosus yang menyatu (Gambar 16-16). Perhatikan tempat pembentukan sudut anterior antara corpus vertebrae L5 dan S1.

Coccygis

Coccygis tidak tampak jelas pada radiograf anteroposterior dan lateral rutin, karena posisinya yang relatif miring terhadap film dan adanya gas dan faeces di dalam rectum dan colon sigmoideum. Kesulitan ini dapat diatasi sebagian dengan memiringkan tabung sinar-X dan mengosongkan isi rectum dan colon sigmoideum.

Gambar 16-14 Radiograf anteroposterior regio thoracica columnae vertebralis.

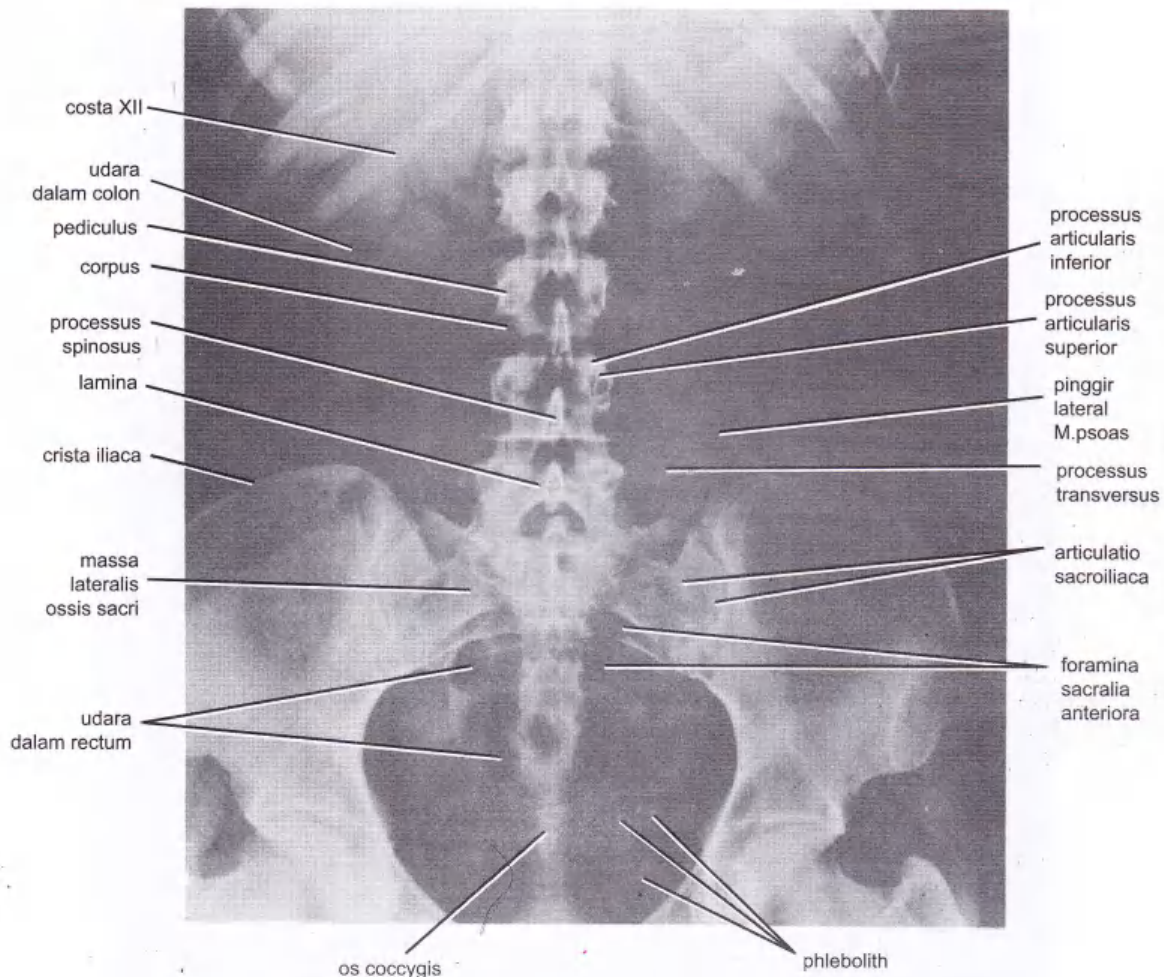
Spatium Subarachnoideum Spinale

Spatium subarachnoideum dapat dipelajari secara radiografi dengan menyuntikkan zat kontras ke dalamnya melalui pungsi lumbal. Minyak beryodium dapat dipergunakan dengan hasil yang baik. Teknik ini disebut **myelografi** (Gambar 16-17 dan 16-18).

Jika pasien dalam posisi duduk tegak, minyak tersebut akan turun sampai ke batas bawah spatium subarachnoideum, setinggi pinggir bawah vertebra S2. Dengan membaringkan pasien di atas meja yang dapat dimiringkan, minyak dapat dialirkan perlahan-lahan ke posisi columna vertebralis yang lebih tinggi.

Myelogram normal akan memperlihatkan tonjolan-tonjolan runcing ke lateral dengan jarak teratur pada setinggi spatium intervertebrale. Gambaran ini disebabkan oleh medium radiopaque yang mengisi perluasan spatium subarachnoideum di sekitar nervus spinalis. Adanya tumor atau prolapsus discus intervertebralis dapat menghambat aliran minyak dari satu daerah ke daerah lain bila posisi pasien dimiringkan.

Pemeriksaan CT dan MRI

Pemeriksaan CT dan MRI dipergunakan secara luas untuk mendeteksi adanya lesi di columna vertebralis, terutama yang mengenai jaringan lunak. CT scan diutamakan untuk spatium intervertebrale dan memperlihatkan discus intervertebralis dalam irisan transversal (Gambar 16-19 dan 16-20). Discus mempunyai densitas yang lebih tinggi dari pada liquor cerebrospinalis di

Gambar 16-15 Radiograf anteroposterior regio thoracal bawah, lumbal, dan sacral columna vertebralis.

dalam spatium subarachnoideum dan lemak di sekitarnya. Fragmen-fragmen herniasi discus dapat diidentifikasi di luar batas annulus fibrosus.

MRI dengan jelas memperlihatkan discus intervertebralis pada potongan sagital dan memperlihatkan hubungannya dengan corpus vertebrae dan ligamentum longitudinale posterius (Gambar 16-21). Fragmen herniasi dari discus dan hubungannya dengan kantung dura dapat dengan mudah dilihat. Saat ini pemakaian MRI dipergunakan secara luas untuk menggantikan myelografi atau CT di daerah ini.

ANATOMI PERMUKAAN

Seluruh aspek posterior pasien harus diperiksa dari kepala sampai ke kaki, dan lengan harus tergantung secara bebas di samping tubuh.

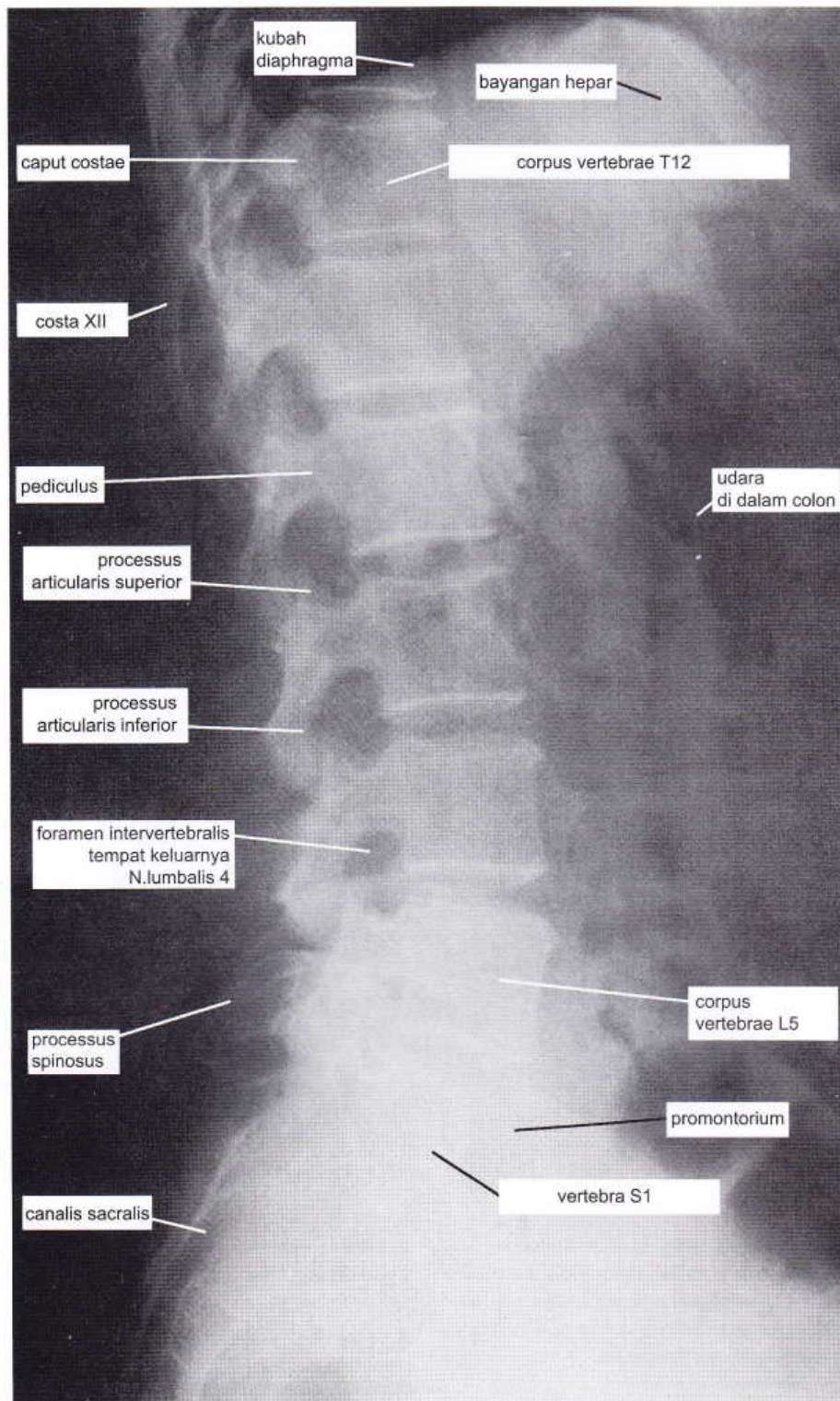
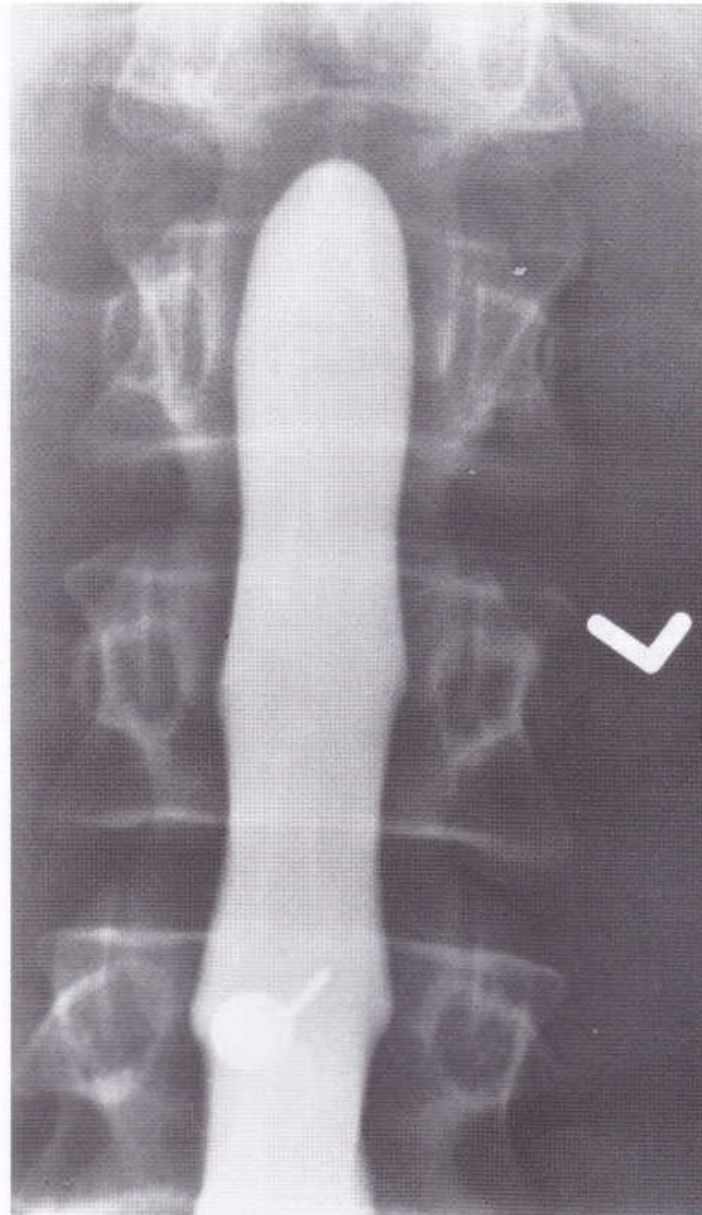
Struktur-Struktur di Garis Tengah

Pada garis tengah dapat dipalpasi dari atas ke bawah.

Protuberantia Occipitalis Externa

Struktur ini terdapat pada perbatasan kepala dan leher (Gambar 16-1). Jika jari telunjuk diletakkan pada kulit di garis tengah, jari dapat digerakkan ke bawah dari protuberantia di **sulcus nuchae.**

Vertebra Cervicalis

Processus spinosus yang paling menonjol yang dapat di raba di leher (Gambar 16-22) ialah yang berasal dari **vertebra C7** (**vertebra prominens**). Processus spinosus vertebrae C1-6 ditutupi oleh **ligamentum nuchae**, sebuah ligamentum besar yang berjalan turun di bagian belakang leher, dan menghubungkan cranium dengan processus spinosus vertebrae cervicalis.

Gambar 16-16 Radiograf lateral regio thoracica bawah, lumbal, dan sacral pada columna vertebralis.

Gambar 16-17 Myelogram posteroanterior regio lumbalis.

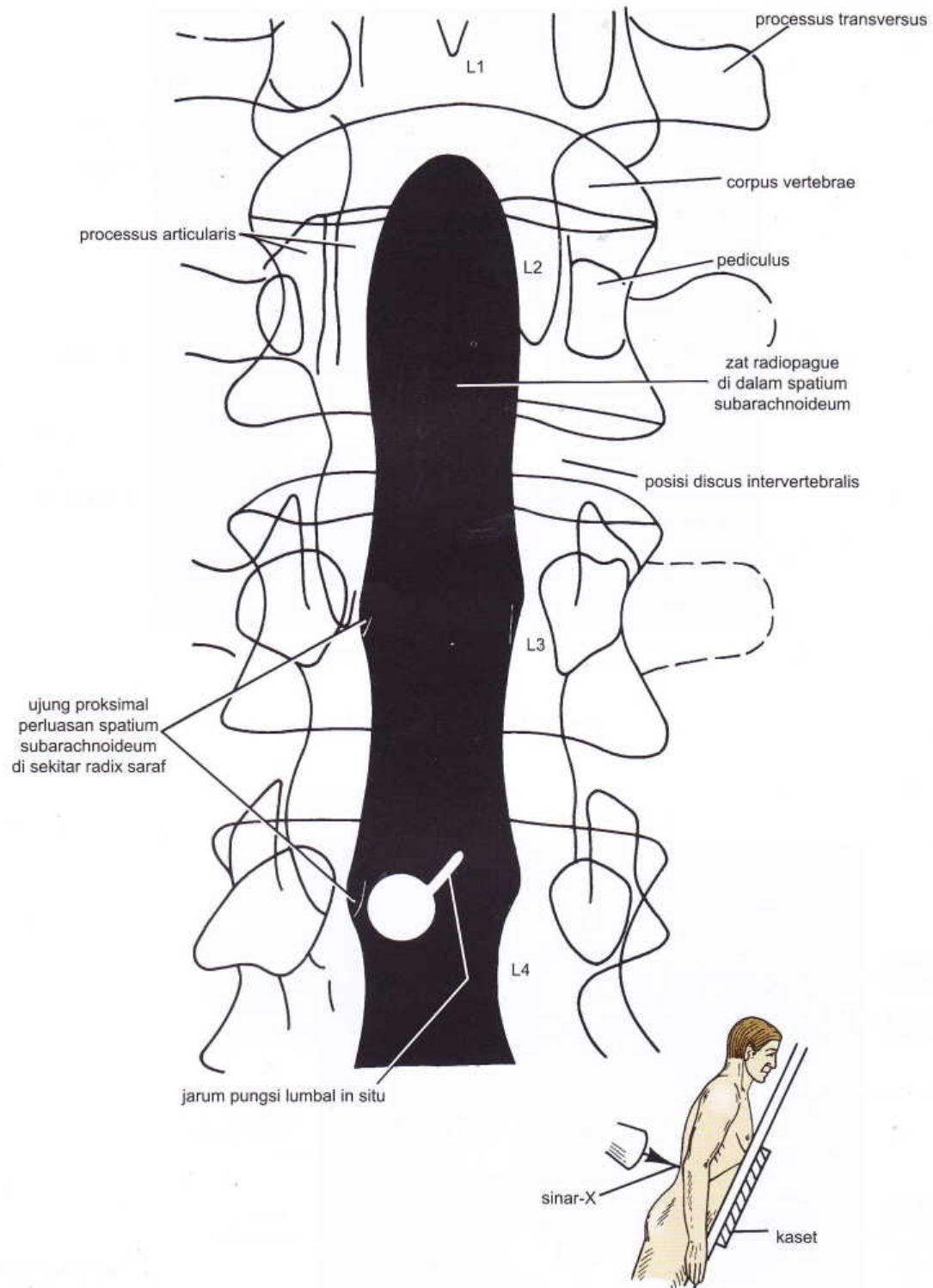
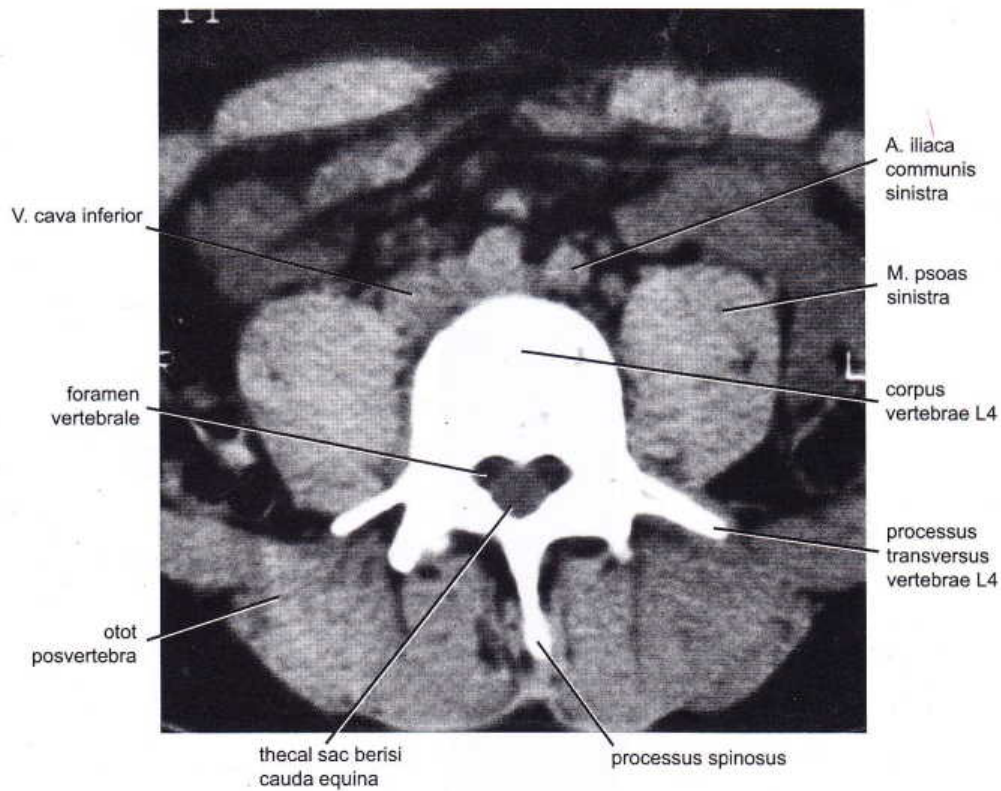
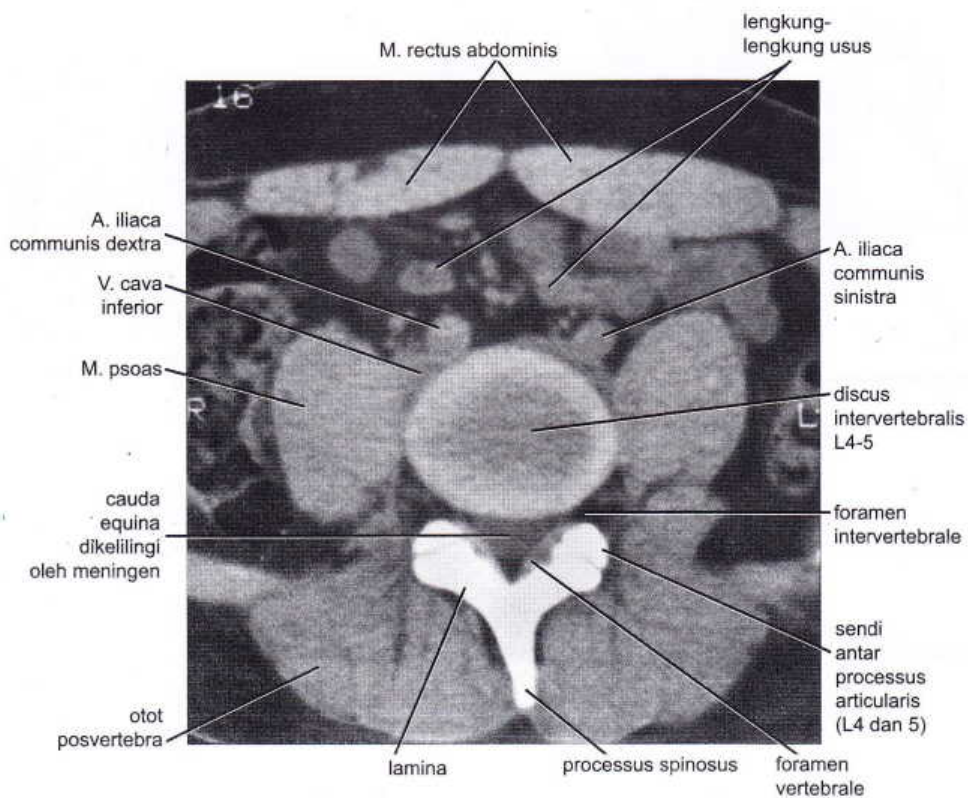
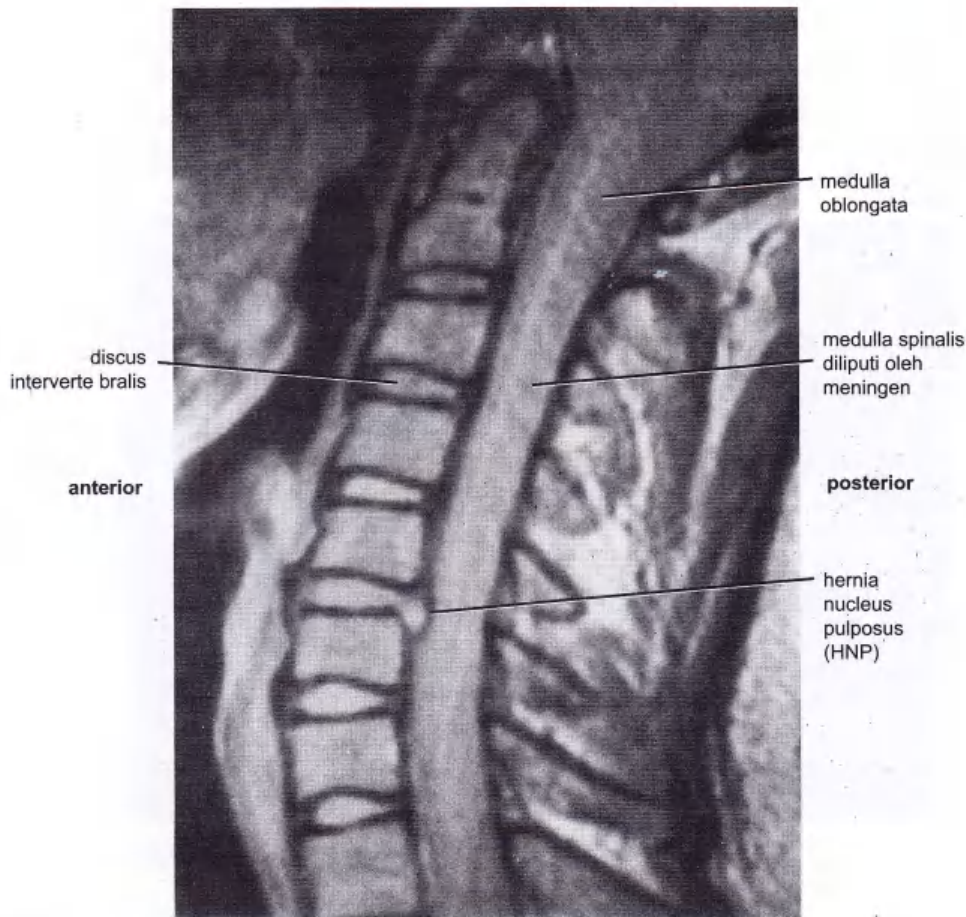
Processus transversus pendek tetapi mudah diraba dari sisi lateral leher yang tipis. **Tuberculum anterius processus transvesus vertebrae C6 (tuberculum Chassaignac)** dapat dipalpasi terletak medial terhadap musculus sternocleidomastoideus, dan arteria carotis communis dapat ditekan pada tempat ini.

Vertebra Thoracica dan Lumbalis

Sulcus nuchae berlanjut ke bawah sebagai alur yang berjalan pada pertengahan punggung, di atas **ujung processus spinosus seluruh vertebrae thoracicae** dan empat **vertebra lumbalis** bagian atas (Gambar 16-22). Processus spinosus yang paling menonjol adalah processsus spinosus vertebrae T1; processus spinosus yang lain dapat dengan mudah dikenali bila badan melengkung ke depan.

Os Sacrum

Seluruh **processus spinosus ossis sacri** bersatu di garis tengah membentuk **crista sacralis mediana**. Crista ini dapat diraba di bawah kulit pada bagian paling atas celah antara kedua bokong.

Hiatus sacralis terletak pada aspek posterior ujung bawah os sacrum, dan di daerah ini spatium extradurale (spatium epidurale) berakhir. Hiatus terletak kira-kira 2 inci (5 cm) di atas ujung os coccygis dan di bawah kulit sulcus di antara kedua bokong.

Gambar 16-18 Struktur-struktur utama yang dapat dilihat pada myelogram di Gambar 16-17.

Gambar 16-19 CT scan vertebra L4.

Gambar 16-20 CT scan melalui columna vertebralis setinggi discus intervertebralis antara vertebra L4 dan L5. Tampak processus spinosus vertebrae L4 dan foramen intervertebrale masing-masing sisi. Perhatikan sendi-sendi antar processus articularis.

Gambar 16-21 Scan MRI sagittal pars cervicalis columna vertebralis. Diperlihatkan discus intervertebralis yang mengalami herniasi di antara vertebra C5 dan C6. Perhatikan letak medulla spinalis dan meningen yang menutupinya dengan discus yang mengalami herniasi. (Atas izin Pait.)

Os Coccygis

Permukaan bawah dan ujung os coccygis dapat diraba di dalam sulcus di antara kedua bokong, kira-kira 1 inci (2.5 cm) di belakang anus (Gambar 16-1). Permukaan anterior os coccygis dapat dipalpasi dengan jari di dalam canalis analis.

Bagian Lateral Atas Thorax

Bagian lateral atas thorax ditutupi oleh scapula dan otot-otot yang berhubungan dengannya. Scapula terletak posterior terhadap costa I sampai VII (Gambar 16-1 dan 16-22).

Scapula

Pinggir medial scapula membentuk pinggir yang menonjol, yang berakhir di atas pada angulus superior dan di bawah pada angulus inferior (Gambar 16-22).

Angulus superior dapat diraba setinggi processus spinosus T1, dan **angulus inferior** dapat diraba setinggi processus spinosus T7 (Gambar 16-1 dan 16-22).

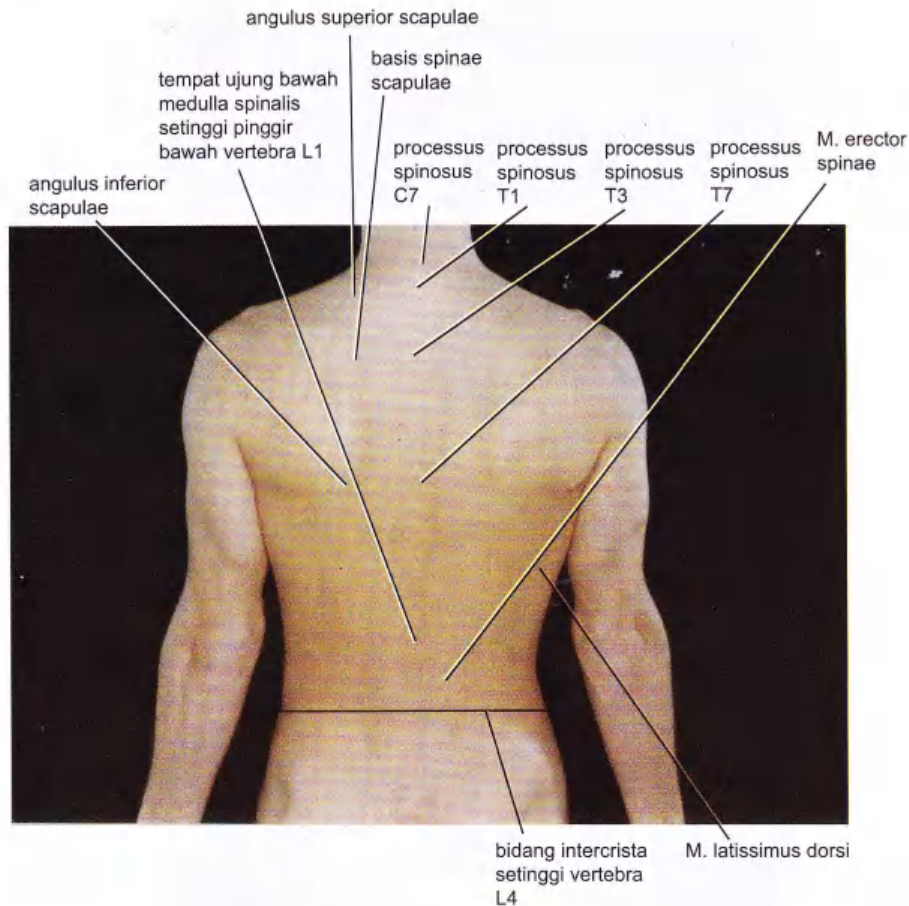
Crista spina scapulae dapat diraba dan diikuti ke medial pada pinggir medial scapula, yang terdapat setinggi processus spinosus vertebrae T3 (Gambar 16-1 dan 16-22).

Processus acromion scapulae membentuk ujung lateral spina scapulae. Terletak subcutan dan mudah diraba.

Bagian Lateral Bawah Punggung

Bagian lateral bawah punggung dibentuk oleh aspek posterior bagian atas pelvis bagian tulang (pelvis major) dan otot-otot gluteal yang berhubungan dengannya.

Crista Iliaca

Crista iliaca dapat diraba dengan mudah seluruh panjangnya (Gambar 16-1). Crista ini terletak setinggi processus spinosus

Gambar 16-22 Punggung pria berusia 27 tahun.

vertebrae L4 dan dipergunakan sebagai patahan pada waktu melakukan pungsi lumbal. Setiap crista berakhir di depan pada **spina iliaca anterior superior** dan di belakang pada **spina iliaca posterior superior**. Spina iliaca posterior superior ini terletak di bawah lekukan kulit setinggi vertebra S2 dan di tengah-tengah articulatio sacroiliaca. Tuberculum iliacum adalah tonjolan yang dapat diraba pada permukaan luar crista iliaca kira-kira 2 inci (5 cm) posterior terhadap spina iliaca anterior superior. Tuberculum iliaca terletak setinggi processus spinosus vertebrae L5.

Medulla Spinalis dan Spatium Subarachnoideum

Medulla spinalis pada orang dewasa meluas ke bawah sampai setinggi pinggir bawah processus spinosus vertebrae L1 (Gambar 16-5). Pada anak kecil medulla spinalis meluas sampai setinggi processus spinosus vertebrae L3.

Spatium subarachnoideum beserta **liquor cerebrospinalisnya** meluas ke bawah sampai setinggi pinggir bawah vertebra S2 (Gambar 16-5), yang terletak setinggi spina iliaca posterior superior.

Lengkung-Lengkung Columna Vertebralis

Lengkung-lengkung columna vertebralis dapat diperiksa dengan memperhatikan kontur lateral punggung. Biasanya, permukaan posterior cekung di daerah cervical, cembung di daerah thoracica, dan cekung di daerah lumbal (Gambar 16-2). Permukaan anterior os sacrum bersama dengan coccygis membentuk cekungan anterior. Daerah lumbal membentuk sudut dengan os sacrum, disebut **angulus lumbosacralis**.

Inspeksi permukaan posterior punggung, dengan patokan utama garis vertical processus spinosus vertebrae, memperlihatkan bahwa terdapat sedikit lengkung lateral pada hampir semua orang. Orang dengan tangan kanan, terutama yang bekerja dengan menggunakan otot dalam waktu yang lama, biasanya memperlihatkan lengkung lateral thoracica ke kanan; orang dengan tangan kiri (kidal) biasanya memperlihatkan lengkung lateral thoracica ke kiri.

Pertanyaan

Pertanyaan Melengkapi

Pilihlah satu jawaban yang paling TEPAT untuk melengkapi

1. Vertebra cervicalis VII memiliki ciri khas:
   A. Processus spinosus yang paling panjang.
   B. Foramen transversarium besar.
   C. Corpus berbentuk jantung.
   D. Corpus besar.
   E. Dens axis (epistropheus).

2. Vertebra thoracica VI dicirikan karena memiliki
   A. Corpus berbentuk jantung.
   B. Processus spinosus terbelah dua (bifida).
   C. Corpus besar.
   D. Mempunyai processus articularis superior menghadap ke medial dan processus articularis inferior menghadap ke lateral.
   E. Lamina tebal.

3. Fitur yang khas pada vertebra lumbalis V adalah
   A. Corpus berbentuk jantung.
   B. Foramen vertebrale bulat.
   C. Pediculus kecil.
   D. Corpus besar.
   E. Processus transversus pendek dan tebal.

4. Cauda equina terdiri dari
   A. Berkas radix posterior nervus spinalis lumbalis, sacralis, dan coggygis.
   B. Filum terminale
   C. Berkas radix anterior dan posterior nervus spinalis lumbalis, sacralis, dan coccygis.
   D. Berkas nervus spinalis lumbalis, sacralis, dan coggygis serta filum terminale.
   E. Berkas radix anterior dan posterior nervus spinalis lumbalis, sacralis, dan coccygis, serta filum terminale.

5. Medula spinalis pada orang dewasa berakhir di inferior setinggi:
   A. Vertebra L5
   B. Vertebra L3
   C. Vertebra S2-3
   D. Vertebra T12
   E. Vertebra L1

6. Hernia discus intervertebralis antara vertebra C5 dan 6 akan menekan:
   A. Radix nervi cervicalis IV
   B. Radix nervi cervicalis VI
   C. Radix nervi cervicalis V
   D. Radix nervi cervicalis VII dan VIII
   E. Radix nervi cervicalis VII

7. Spatium subarachnoideum pada orang dewasa di inferior berakhir setinggi:
   A. Os coccygis
   B. Pinggir bawah L1
   C. S2-3
   D. S5
   E. Promontorium ossis sacri.

Pertanyaan Pilihan Ganda

Pilihlah satu jawaban yang paling TEPAT.

8. Pernyataan berikut ini benar untuk discus intervertebralis, kecuali:
   A. Nucleus pulposus lebih sering mengalami herniasi ke arah anterolateral.
   B. Discus paling tebal di regio lumbal.
   C. Articulatio atlanto-axialis tidak mempunyai discus.
   D. Discus berperan penting dalam pembentukan lengkung columna vertebralis.
   E. Selama penuaan, cairan di dalam nucleus pulposus digantikan oleh fibrocartilago.

9. Pernyataan berikut ini benar untuk columna vertebralis, **kecuali:**
   A. Selama kehidupan, sumsum tulang corpus vertebrae mempunyai fungsi haematopoetik.
   B. Plexus venosus vertebralis internus menyediakan jalur untuk jalannya sel-sel ganas dari prostat ke cavum cranii.
   C. Di leher arteria vertebralis berjalan ke atas melalui foramen transversarium semua vertebra cervicalis.
   D. Suntikan anestesi ke dalam canalis sacralis dapat digunakan untuk menghambat nyeri dan sensasi dari cervix, vagina, dan perineum selama melahirkan.
   E. Articulatio atlanto-axialis memungkinkan rotasi kepala pada columna vertebralis.

10. Vertebra cervicalis I (atlas) mempunyai semua struktur di bawah ini, **kecuali:**
    A. Massa lateral.
    B. Facies articularis inferior.
    C. Arcus anterior.
    D. Processus spinosus.
    E. Facies articularis superior.

Bacalah riwayat kasus dan pilihlah jawaban yang paling TEPAT untuk menjawab pertanyaan berikut ini.

Seorang anak perempuan berusia 8 tahun dibawa ke dokter spesialis anak, karena ibunya khawatir akan lengkung (curvatura) lateral pada columna vertebralisnya, yang diperhatikannya sejak anak wanitanya berusia 5 bulan. Anak perempuan tersebut sehat dan aktif.

11. Dokter spesialis anak melakukan seluruh pemeriksaan fisik dan menemukan hal-hal berikut, **kecuali**:
    A. Kedua tungkai sama panjang.
    B. Pada saat berdiri, tinggi crista iliaca sama pada kedua sisi.
    C. Bahu kiri lebih rendah dari yang kanan.
    D. Columna vertebralis di regio thoracica tengah memperlihatkan lengkung cembung tajam ke kanan.
    E. Terdapat kompensasi lengkung di atas dan di bawah lengkung tajam di regio thoracica tengah, yang bagian cembungnya ke kanan.

Dokter spesialis anak melakukan pemeriksaan selanjutnya dan meminta pemeriksaan radiografik columna vertebralis.

12. Pernyataan berikut ini benar untuk pasien, **kecuali:**
    A. X-ray anteroposterior regio thoracica tengah menunjukkan vertebra berbentuk baji setinggi T5 dan fusi costa V dan VI kiri.
    B. Fleksi columna vertebralis memperlihatkan bahwa area lengkung tajam kaku.
    C. Anak mempunyai hemivertebra congenital setinggi T5 yang dikompensasi oleh lengkung di atas dan di bawahnya.
    D. Keadaan ini disebabkan oleh gagalnya pembentukan satu dari tiga pusat osifikasi yang terdapat di dalam centrum setiap corpus vertebrae.
    E. Karena anak tidak mempunyai gejala dan memiliki lengkung kompensasi keseimbangan yang baik maka tidak diperlukan pengobatan khusus.

Jawaban dan Penjelasan

1. **A** yang benar. Vertebra cervicalis VII mempunyai ciri khas memiliki processus spinosus yang paling panjang (Gambar 16-2).

2. **A** yang benar. Vertebra thoracica VI mempunyai corpus berbentuk jantung (Gambar 16-2).

3. **D** yang benar. Vertebra lumbalis V mempunyai corpus yang masif; di tambah pediculus besar, dan processus transversus yang panjang dan langsing, serta foramen vertebrale yang berbentuk segitiga.

4. **E** yang benar. Cauda equina terdiri dari berkas radix anterior dan posterior nervi spinalis lumbalis, sacralis, dan coccygis, serta filum terminale.

5. **E** yang benar. Pada orang dewasa, medulla spinalis berakhir di inferior setinggi vertebra lumbalis I.

6. **B** yang benar. Herniasi discus intervertebralis antara vertebra C5 dan 6 akan menekan radix nervi C6 (lihat CD Gambar 16-1).

7. **C** yang benar. Spatium subarachnoideum pada orang dewasa di inferior berakhir setinggi pinggir bawah vertebra sacralis II (Gambar 16-5).

8. **A** yang tidak benar. Nucleus pulposus lebih sering mengalami herniasi ke arah posterolateral.

9. **C** yang tidak benar. Arteria vertebralis berjalan ke atas melalui foramen transversarium enam vertebra cervicalis bagian atas; hanya vena vertebralis berjalan melalui foramen transversarium yang kecil dari vertebra cervicalis VII.

10. **D** yang tidak benar. Atlas tidak mempunyai processus spinosus, tetapi mempunyai tuberculum posterius pada arcus posteriornya.

11. **E** yang tidak benar. Lengkung kompensasi columna vertebralis di atas dan di bawah lengkung cembung tajam ke kanan akan berupa lengkung cembung ke kiri.

12. **D** yang tidak benar. Biasanya, centrum di corpus vertebrae hanya mempunyai dua pusat penulangan dan bukan tiga buah seperti yang disebutkan. Hemivertebra di regio thoracal sering disebabkan oleh karena aplasia atau penyatuan costa yang berdekatan.